



**Mafalda Correia de Sousa Neiva**

Mestrado Integrado em Engenharia Biomédica

## **Simulação e otimização do fluxo dos doentes no serviço de Radiologia do Polo do HSJ do CHLC**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
**Engenharia Biomédica**

Orientadora: Professora Doutora Maria Isabel Gomes, Departamento de Matemática,  
NOVA University of Lisbon  
Co-orientadora: Professora Doutora Cristina Almeida, Centro de Radiologia, HSJ, CHLC

Júri

Presidente: Professora Doutora Carla Maria Quintão Pereira  
Arguente: Professora Doutora Tânia Rodrigues Pereira Ramos  
Vogal: Professora Doutora Maria Isabel Gomes



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

**Setembro, 2018**



## **Simulação e otimização do fluxo dos doentes no serviço de Radiologia do Polo do HSJ do CHLC**

Copyright © Mafalda Correia de Sousa Neiva, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade NOVA de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.







## AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os que me apoiaram e contribuíram para esta dissertação.

Agradeço à Professora Isabel por me ter mostrado o significado da palavra orientador.

Agradeço à Doutora Cristina por me ter recebido e acompanhado no hospital de São José com todo o carinho e disponibilidade.

Agradeço a toda a equipa do serviço de Radiologia e da equipa de transportes por toda a colaboração, amizade e conhecimento transmitido.

Aos meus pais e irmãos que são a minha grande força.





## RESUMO

---

Em 2015 as despesas correntes em cuidados de saúde representavam 8,9% do PIB nacional. Estudos detalhados da eficiência dos sistemas hospitalares são essenciais para que seja possível uma redução dos custos sem comprometer a qualidade dos serviços prestados.

Este trabalho tem como objetivo aumentar a eficiência do serviço de Radiologia do Hospital de São José, através da otimização do fluxo dos pacientes, em particular no que se refere aos exames de tomografia computadorizada. A logística associada a este exame é muito complexa, pois tem que dar resposta a pedidos de exames efetuados por pacientes de diferentes origens (internados, externos, da urgência e "via verde") e graus de urgência. Recorrendo à ferramenta Flexsim Healthcare de simulação discreta, modela-se e estuda-se o fluxo dos pacientes que realizam o exame de tomografia computadorizada. Neste software cria-se uma cópia digital do serviço. Os inputs são a planta do serviço, os diversos percursos existentes e os parâmetros que refletem as atividades (como é a duração de um exame ou a taxa de chegada de pacientes).

Por um lado, pretende-se identificar e analisar os principais obstáculos que conduzem a algumas das ineficiências observadas. Por outro lado, simulam-se diversos cenários, nos quais se testa o impacto que determinadas alterações podem ter no funcionamento do fluxo associado ao exame de tomografia computadorizada.

A diminuição da duração dos exames mostrou aumentar significativamente o número de pacientes que recebem serviço, ao contrário da alteração das taxas de chegada para evitar picos de procura do serviço.

**Palavras-chave:** saúde, hospital, radiologia, fluxo de pacientes, simulação de eventos discretos

---



## ABSTRACT

---

In 2015, the current expenditure on health care accounted for 8.9 % of the national GDP. Detailed studies of the efficiency of hospital systems are essential in order to reduce costs without compromising the quality of services provided.

This work aims to increase the efficiency of the Radiology service of the Hospital de São José, through optimization of patient flow, particularly with regard to the computerized tomography exams. The logistics associated with this examination are very complex, since it has to respond to requests for exams done by patients with different backgrounds (hospitalized, external, urgency and "via verde") and degrees of urgency.

Using the discrete simulation Flexsim Healthcare tool, the flow of patients undergoing CT scanning is modeled and studied. This software creates a digital copy of the service. The inputs are the service plan, the various pathways and the parameters that reflect the activities (such as the length of an exam or the rate of arrival of patients).

On the one hand, we intend to identify and analyze the main obstacles that lead to some of the observed inefficiencies. On the other hand, several scenarios are simulated, in which the impact that certain changes may have on the operation is tested.

The shorter duration of the exams showed a significant increase in the number of patients receiving service, as opposed to changing the arrival rates to avoid peaks in service demand.

**Keywords:** healthcare, hospital, radiology, patient flow, discrete event simulation

---



# ÍNDICE

<b>Lista de Figuras</b>	<b>xv</b>
<b>Siglas</b>	<b>xvii</b>
<b>1 Introdução</b>	<b>1</b>
1.1 Contexto . . . . .	1
1.2 Metodologia . . . . .	3
1.3 Objetivos do trabalho . . . . .	5
1.4 Estrutura da dissertação . . . . .	6
<b>2 Caso de Estudo</b>	<b>7</b>
2.1 Caraterização do Centro Hospitalar Lisboa Central . . . . .	7
2.2 O serviço de Radiologia do hospital de São José . . . . .	8
2.3 O serviço de Radiologia . . . . .	9
2.3.1 Exames . . . . .	10
2.3.2 Profissionais . . . . .	11
2.3.3 Tipos de pacientes . . . . .	13
2.4 Caraterização do Problema . . . . .	14
2.5 A gestão atual do fluxo de pacientes . . . . .	15
<b>3 Revisão Bibliográfica</b>	<b>17</b>
3.1 Classificação da simulação em saúde . . . . .	18
3.2 As metodologias em simulação . . . . .	19
3.3 Os limites da simulação . . . . .	19
3.4 A recolha de dados . . . . .	20
3.5 Aproximação dos dados a distribuições . . . . .	20
3.6 Distribuições empíricas . . . . .	21
3.7 Otimização do fluxo dos pacientes . . . . .	21
3.8 Indicadores-chave de medição do desempenho . . . . .	22
3.9 A Teoria das Filas de Espera vs. simulação . . . . .	22
3.10 Exemplos de logística e simulação aplicadas à saúde . . . . .	23
<b>4 Modelação do fluxo dos pacientes no serviço de Radiologia</b>	<b>27</b>

4.1	Desenvolvimento do modelo de simulação do sistema atual . . . . .	27
4.2	Recolha e tratamento dos dados . . . . .	29
4.2.1	A plataforma de gestão de pacientes . . . . .	29
4.3	Taxas de chegada . . . . .	31
4.4	Duração do atendimento . . . . .	32
4.5	Tempo de espera . . . . .	33
4.6	Definição de pressupostos . . . . .	33
4.7	Avaliação de cenários . . . . .	34
4.7.1	Primeiro cenário . . . . .	34
4.7.2	Segundo cenário . . . . .	34
4.7.3	Terceiro cenário . . . . .	35
4.7.4	Quarto cenário . . . . .	35
<b>5</b>	<b>Análise e discussão dos resultados</b>	<b>37</b>
<b>6</b>	<b>Conclusão</b>	<b>39</b>
	<b>Bibliografia</b>	<b>41</b>
<b>A</b>	<b>Apêndice 1</b>	<b>43</b>
A.1	Padrão de chegadas . . . . .	44
A.2	Duração dos exames e tempos de espera . . . . .	46

## LISTA DE FIGURAS

1.1	Evolução da despesa corrente em Saúde pública e privada (2012-2015) (Ministério da Saúde, 2017) . . . . .	1
1.2	Peso das despesas correntes em Saúde no PIB (2012-2015) (Ministério da Saúde, 2017) . . . . .	2
1.3	Diagrama da Metodologia . . . . .	4
2.1	Instalações do Hospital de São José. (Wikipedia, 2013) . . . . .	7
2.2	Número de profissionais efetivos do serviço de Radiologia do Hospital de São José em 2017. . . . .	8
2.3	Gráficos sobre a produção do CHLC por (a) hospital produtor e (b) hospital requisitante. . . . .	9
2.4	Produção por setor de atividade. . . . .	9
2.5	Planta do serviço de Radiologia. . . . .	10
2.6	Diagrama de Ishikawa. . . . .	14
4.1	Ambiente de simulação do FlexSim HC . . . . .	28
4.2	Aspeto visual dos objetos que modelam os pacientes . . . . .	28
4.3	Ilustração dos percursos dos diversos doentes no serviço para realização de exame TC de neuro . . . . .	29
4.4	Detalhe da plataforma de gestão de pacientes . . . . .	30
4.5	Definição do padrão de chegadas dos pacientes . . . . .	31
4.6	Folha de cálculo das taxas de chegada . . . . .	31
4.7	Taxa de chegada de doentes ambulatoriais à TC de neuro . . . . .	32
4.8	Folha de registo para cálculo da duração do atendimento . . . . .	32
4.9	Distribuição empírica da duração do atendimento de pacientes urgentes de neuro . . . . .	33
4.10	Padrão de chegadas alterado para (a) pacientes ambulatoriais de neuro e (b) pacientes ambulatoriais de corpo. . . . .	35
5.1	Figuras sobre os resultados dos (a) cenários 1 e 2 e (b) cenários 3 e 4. . . . .	37
A.1	Chegadas dos pacientes de neuro (a) ambulatoriais, (b) internados e (c) urgentes. . . . .	44
A.2	Chegadas dos pacientes de corpo (a) ambulatoriais, (b) internados e (c) urgentes. . . . .	45

A.3	.....	46
A.4	.....	46
A.5	.....	47
A.6	.....	47
A.7	.....	48
A.8	.....	48
A.9	.....	49
A.10	.....	49
A.11	.....	49
A.12	.....	50
A.13	.....	50
A.14	.....	51
A.15	.....	51
A.16	.....	52
A.17	.....	52
A.18	.....	53
A.19	.....	53
A.20	.....	54
A.21	.....	54



## **SIGLAS**

**AAS** ácido acetilsalicílico.

**AMB** ambulatório.

**CHLC** Centro Hospitalar de Lisboa Central.

**INT** internado.

**TC** Tomografia Computorizada.

**URG** urgência.

**VV** via verde.



## INTRODUÇÃO

### 1.1 Contexto

A evolução do setor da saúde em Portugal tem vindo a impor crescentes exigências às entidades prestadoras de cuidados de saúde públicos e privados. De acordo com os últimos dados disponíveis do INE, em 2015 a despesa corrente em Saúde ascendeu a 15.887,7 ME e subiu 2% face a 2014, consolidando a tendência de ligeiro crescimento que se registava desde 2013, representada na figura 1.1. O setor público refletiu uma importância relativa na despesa de 66,0% face ao setor privado de 34,0% (Ministério da Saúde, 2017).

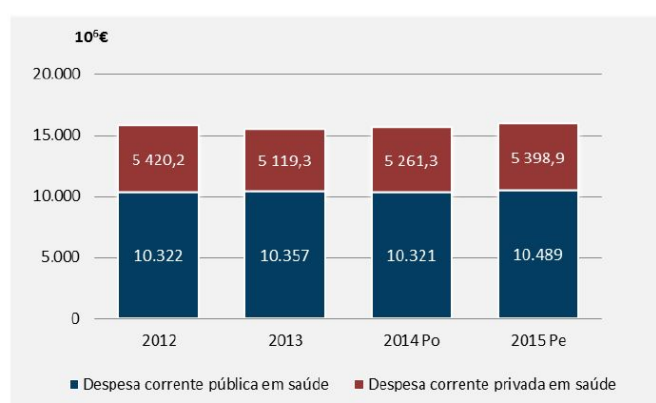


Figura 1.1: Evolução da despesa corrente em Saúde pública e privada (2012-2015) (Ministério da Saúde, 2017)

Nota:

Po - dados provisórios

Pe - dados preliminares

O impacto da despesa corrente em Saúde no Produto Interno Bruto (PIB) manteve a tendência de decréscimo, atingindo 8,9% em 2015 (fig. 1.2).

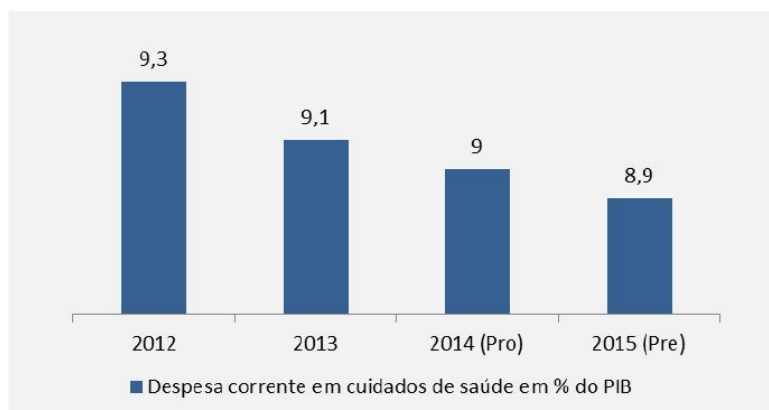


Figura 1.2: Peso das despesas correntes em Saúde no PIB (2012-2015) (Ministério da Saúde, 2017)

Nota:

Pro - dados provisórios

Pre - dados preliminares

Em suma, a despesa corrente em saúde tem vindo a aumentar nos últimos anos, enquanto que a percentagem relativamente ao PIB registou uma diminuição no mesmo período.

Esta tendência deve-se a fatores como o envelhecimento da população, que leva ao alargamento dos cuidados continuados e, ainda, à introdução da inovação tecnológica e ao maior consumo de medicamentos (Fernandes, 2015). Momentos de contenção económica geral tornam particularmente importante o debate sobre os custos na saúde e da sustentabilidade financeira e eficiência do Serviço Nacional de Saúde (SNS) (Barros, 2013).

O objetivo fundamental é conter o ritmo de crescimento das despesas com cuidados de saúde, sem comprometer os objetivos assistenciais e de proteção na doença pretendidos (Barros, 2013). Por outras palavras, pretende-se tornar os serviços de saúde mais eficientes sem comprometer a qualidade dos mesmos. Cuidados de saúde de qualidade é a expectativa dos pacientes e de toda a comunidade (Pisco e Biscaia, 2001). Quando se fala no termo qualidade é necessário perceber as suas diferenças, quando aplicado à saúde. Neste setor a ideia não é responder à procura oferecendo mais, nem procurar novas oportunidades de mercado, mas sim satisfazer as necessidades dos pacientes e tomar medidas para prevenir o seu aparecimento (Pisco e Biscaia, 2001).

O facto de se falar de um setor como o da saúde com recursos limitados, grandes expectativas por parte dos utentes e níveis de despesa cada vez mais elevados, a redução dos custos adquire uma grande importância.

Em suma, a melhoria dos serviços de saúde está assente em três pontos, que são dependentes entre si: qualidade dos serviços, eficiência operacional e gestão do financiamento (NHS, 2017b).

Dentro da eficiência operacional há várias ferramentas que podem ser aplicadas para identificar potenciais aumentos de produtividade e *performance* para promover a excelência clínica. O fluxo de pacientes é um dos fatores que maior influência tem na organização e eficiência dos hospitais, tendo um impacto direto na experiência do paciente em ambiente hospitalar, na segurança clínica e na organização funcional da equipa de profissionais. Por outro lado, é ainda essencial para garantir o acesso a cuidados de emergência dentro dos padrões estabelecidos. O fluxo de pacientes é um fator chave na eficácia da prestação de cuidados de saúde (NHS, 2017a).

Neste trabalho modela-se e estuda-se o fluxo dos pacientes que realizam o exame de Tomografia Computorizada (TC) no serviço de Radiologia do Hospital de São José. A logística associada a este exame é muito complexa, pois tem que dar resposta a pedidos de exames efetuados por pacientes de diferentes origens (internados, externos, da urgência e "via verde") e graus de urgência.

Uma otimização da gestão deste processo pode reduzir os tempos de espera nos exames, a falta de documentação necessária para a realização do exame, como são as análises clínicas ou o requisito do médico e, em casos mais extremos, pode ainda prevenir falhas clínicas graves.

Umas das ferramentas utilizadas para este efeito é a simulação, pois permite replicar e explorar uma realidade.

Com o presente trabalho pretende-se identificar e caraterizar os diversos percursos existentes no exame de TC e identificar e analisar os principais obstáculos que contribuem para algumas das ineficiências observadas, fazendo uma análise crítica do funcionamento atual deste mesmo fluxo e propondo melhorias para a gestão do mesmo.

## 1.2 Metodologia

A metodologia adotada na abordagem do problema sobre o qual incide este trabalho é composta por sete etapas apresentadas na Figura 1.3.

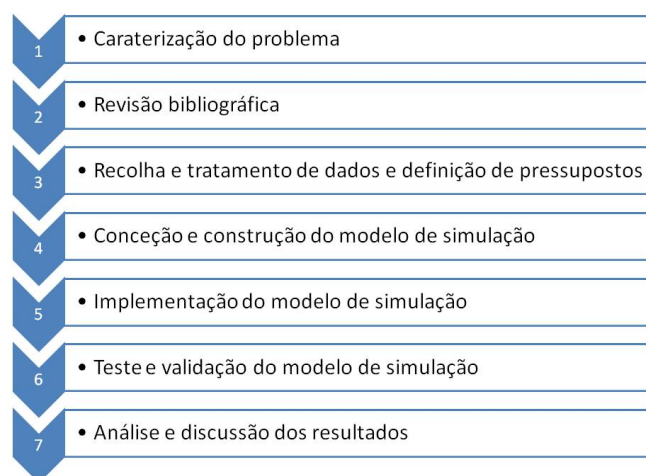


Figura 1.3: Diagrama da Metodologia

### **1ª Etapa - Caraterização do problema a resolver**

A primeira etapa da dissertação foca-se na compreensão do funcionamento atual do exame de TC do serviço de Radiologia do hospital de São José. Para tal, procede-se ao levantamento e análise crítica dos processos que envolvem a gestão desta técnica de diagnóstico, com particular destaque para o fluxo de pacientes que recorrem a este exame. Assim, pretende-se identificar quais as possíveis formas de entrada de um paciente no serviço, identificar e descrever as diversas etapas do seu percurso e perceber os problemas existentes. Para tal, realiza-se um estudo observacional com uma duração de cinco meses.

### **2ª Etapa - Revisão bibliográfica**

A segunda etapa é dedicada à revisão bibliográfica relevante para o problema identificado na primeira etapa. Pretende-se que esta revisão inclua os temas de simulação na área da saúde, gestão de fluxos de pacientes e ainda estratégias para medição do desempenho de serviços de saúde. Neste sentido, torna-se interessante perceber os problemas identificados noutras instituições de saúde e o modo como estes foram resolvidos. Daqui são retiradas as considerações que podem ser utilizadas no estudo do problema.

### **3ª Etapa - Recolha e tratamento de dados e definição de pressupostos**

A terceira fase destina-se à recolha e tratamento dos dados necessários para a realização do estudo. Para esta recolha foi necessário recorrer ao sistema de gestão hospitalar do hospital e também medir presencialmente a duração de algumas atividades. São ainda definidos os pressupostos considerados em casos de falta de dados ou em casos de simplificações para adaptar ao modelo. Assim, esta etapa tem como objetivo obter dados e definir pressupostos que permitam simular a realidade do funcionamento do exame de TC e tirar conclusões do mesmo.

#### **4ª Etapa - Conceção e construção do modelo**

A quarta fase centra-se na elaboração de um modelo conceptual para o estudo e na identificação de estratégias e ferramentas para o desenvolvimento do modelo.

#### **5ª Etapa - Implementação do modelo**

O modelo desenvolvido na etapa anterior é implementado num simulador.

#### **6ª Etapa - Teste e validação do modelo**

Na sexta etapa testa-se, modifica-se e adapta-se o modelo desenvolvido. Faz-se uma análise ao comportamento de parâmetros em diferentes cenários, de forma a perceber o impacto que alterações nos mesmos podem ter.

#### **7ª Etapa - Análise e discussão dos resultados**

Da análise efetuada são retiradas conclusões e identificadas ações de melhoria.

### **1.3 Objetivos do trabalho**

Este trabalho tem como objetivo geral a otimização do fluxo dos pacientes no exame de TC do serviço de Radiologia do Hospital de São José, contribuindo desta forma para uma redução dos custos e aumento da eficiência desta unidade. Mais concretamente pretende-se:

- Caracterizar o serviço de Radiologia, em particular, o exame de TC e o problema em estudo;
- Analisar o funcionamento geral do exame, destacando os aspetos:
  - A proveniência dos doentes;
  - Os diversos percursos existentes;
  - Os principais problemas que comprometem o fluxo;
- Definir o tipo de dados a recolher;
- Modelar o percurso dos doentes e analisar a complexidade do fluxo do exame de TC, recorrendo a modelos de simulação discreta;
- Identificar as práticas responsáveis por criar constrangimentos ao bom funcionamento desta unidade;
- Encontrar soluções para a melhoria do fluxo dos doentes.

Espera-se com o estudo contribuir para uma melhoria da eficiência do exame de TC na capacidade de resposta ao ambulatório, urgência e internamento.

As soluções encontradas para a otimização do fluxo dos pacientes serão posteriormente analisadas no sentido de perceber a sua aplicabilidade às restantes especialidades do

Hospital de São José. Pretende-se ainda que os modelos desenvolvidos permitam inferir sobre as melhores práticas a implementar no novo Hospital Lisboa Oriental.

### 1.4 Estrutura da dissertação

Esta dissertação encontra-se dividida em seis capítulos:

- O presente capítulo inclui uma breve contextualização do problema em estudo, a metodologia adotada e os objetivos desta dissertação;
- No segundo capítulo é caracterizado o [Centro Hospitalar de Lisboa Central \(CHLC\)](#), do qual faz parte o Hospital de São José. O serviço de Radiologia deste hospital é apresentado em mais detalhe, bem como os tipos de pacientes que o visitam, os exames que são realizados nesta unidade e a equipa de profissionais de saúde que nele exercem a sua atividade. Ainda neste capítulo é descrita a atual gestão do fluxo de pacientes;
- O terceiro capítulo apresenta uma revisão da literatura com base no problema identificado no capítulo anterior. Sendo o foco desta dissertação a simulação, destacam-se as vantagens de aplicar esta ferramenta à área da saúde, quais os seus limites e principais dificuldades inerentes à sua utilização. São também explorados os conceitos de gestão do fluxo dos pacientes e de indicadores-chave de medição do desempenho de serviços de saúde. Estabelece-se, ainda, uma comparação entre a aplicação da teoria das filas de espera e da simulação a serviços de saúde. Por fim, apresentam-se casos de estudo semelhantes e quais as ferramentas aplicadas na sua análise.
- O capítulo quatro descreve como foi feita a construção do modelo e a sua implementação no simulador. É ainda explicado como foi feita a recolha de dados e o seu tratamento. Devido à complexidade do exame foram adotados vários pressupostos, que são apresentados neste capítulo. Por fim, descrevem-se os cenários simulados no modelo.
- O quinto inclui uma análise e discussão dos resultados dos cenários simulados.
- O sexto e último capítulo aborda as principais conclusões desta dissertação e possíveis considerações para a continuação deste estudo em trabalhos futuros.



## CASO DE ESTUDO

Este estudo foi realizado no serviço de Radiologia do Hospital de São José (fig. 2.1) que integra o CHLC. Para uma melhor compreensão do trabalho, neste capítulo é apresentado o hospital, todo o serviço de Radiologia e a sua importância, os métodos de imagem de que dispõe o serviço, a equipa de profissionais, os diferentes tipos de pacientes e apresentado o problema em estudo.



Figura 2.1: Instalações do Hospital de São José. (Wikipedia, 2013)

### 2.1 Caraterização do Centro Hospitalar Lisboa Central

O Centro Hospitalar Lisboa Central foi criado pelo Decreto-Lei n.º 50-A/2007, a 28 de Fevereiro de 2007, e permitiu unir quatro hospitais existentes à data: o Hospital de São José, o Hospital de Santo António dos Capuchos, o Hospital de Santa Marta e o Hospital D.

Estefânia. De acordo com o Decreto-Lei n.º 44/2012, a 23 de Fevereiro de 2012, o CHLC integrou mais duas instituições de saúde: o Hospital Curry Cabral e a Maternidade Dr. Alfredo da Costa (Ministério da Saúde, 2018a).

A criação do CHLC permitiu desenvolver uma gestão comum a todas as instituições que o constituem, potenciando assim as capacidades disponíveis em cada unidade hospitalar, rentabilizando os seus recursos.

A missão do CHLC é a prestação de cuidado de saúde diferenciados como parte integrante da rede de serviços do Sistema Nacional de Saúde (SNS) (Ministério da Saúde, 2018b).

### 2.2 O serviço de Radiologia do hospital de São José

O São José, situado no centro da Grande Lisboa, é um dos hospitais que integra o CHLC. O serviço de Radiologia conta com um número total de profissionais efetivos de 349. Esta equipa é constituída por 37% de técnicos de diagnóstico e terapêutica, 22% de assistentes operacionais, 20% de médicos, 10% de assistentes técnicos, 7% de internos e 4% de enfermeiros, conforme apresentado no gráfico infra (fig. 2.2).



Figura 2.2: Número de profissionais efetivos do serviço de Radiologia do Hospital de São José em 2017.

Em termos de produção global nos serviços de Radiologia, o CHLC registou no ano de 2017 um total de 520.452 exames. Assim, o Hospital de São José é o maior produtor, representando uma percentagem de 43% (2.3a) e também o maior prescriptor com 48% (2.3b).

No hospital de São José, 37,4% dos exames são realizados a pacientes da consulta, 34% à urgência e 26% a internados (2.4).

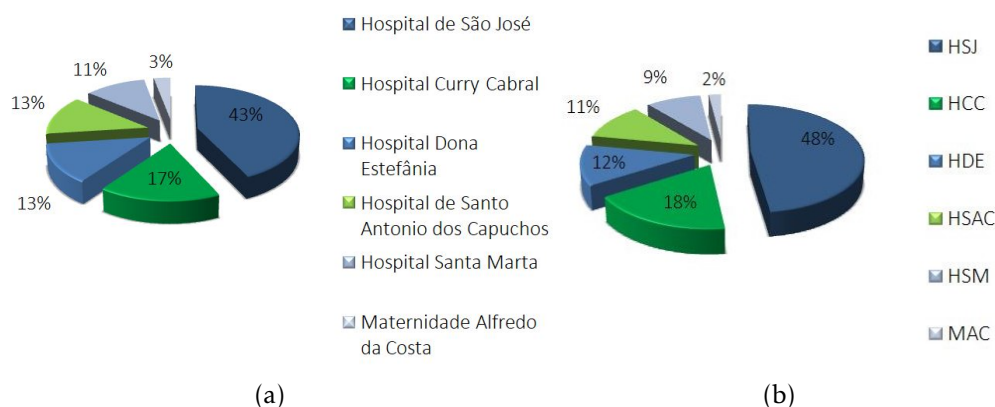


Figura 2.3: Gráficos sobre a produção do CHLC por (a) hospital produtor e (b) hospital requisitante.

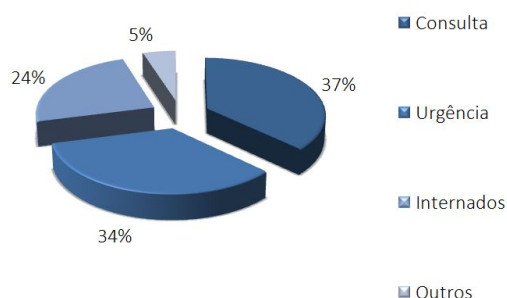


Figura 2.4: Produção por setor de atividade.

Os dados apresentados nas figuras 2.3 e 2.4 ilustram a importância da unidade do São José relativamente à unidade de Radiologia, sublinhando assim a importância da otimização do funcionamento deste serviço.

## 2.3 O serviço de Radiologia

O serviço do Hospital de São José, dedicado ao diagnóstico e intervenção por imagem, é o de Radiologia, que conta com seis métodos de imagem: Angiografia, Ecografia, Mamografia, Radiologia Convencional (a partir deste momento denominada Radiologia), Ressonância Magnética e Tomografia Computorizada (TC) e está organizado em 17 salas de exame:

- 5 Salas de Radiologia Convencional (serviço central e serviço de urgência);

- 1 sala de Traumatologia (urgência - serviço de observação SO);
- 3 salas de Ecografia;
- 1 sala de Mamografia;
- 2 salas de Angiografia;
- 2 salas de Tomografia Computorizada;
- 2 salas de Ressonância Magnética;

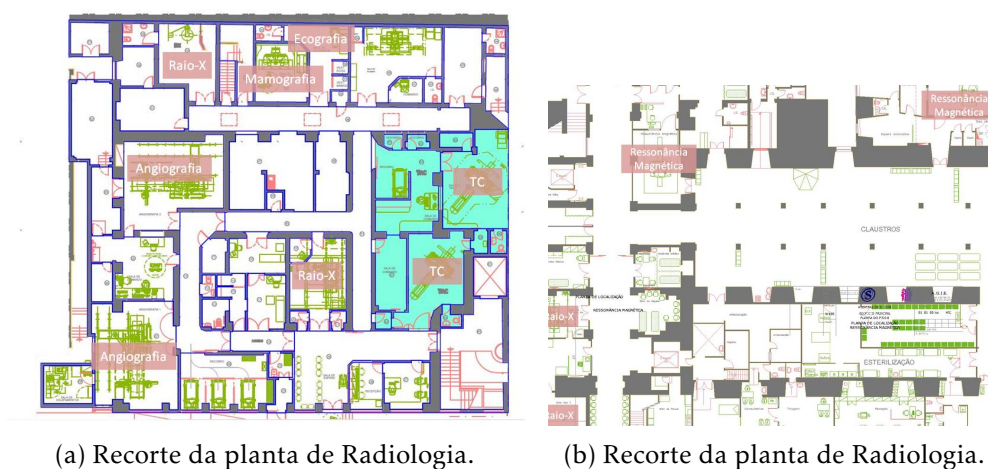


Figura 2.5: Planta do serviço de Radiologia.

Tradicionalmente, este serviço tem a designação de Radiologia, apesar de trabalhar com exames que não expõem o paciente a radiação ionizante, como é o exemplo da Ressonância Magnética.

### 2.3.1 Exames

Na Angiografia é administrado ao paciente uma substância de contraste para aumentar a visibilidade dos vasos sanguíneos, tornando desta forma possível ver a circulação de um determinado local do organismo.

A Ecografia é uma técnica que se baseia nos princípios da reflexão nas estruturas dos organismos para formar a imagem. Permite transmitir imagens em tempo real, mas não possibilita a análise de estruturas por trás dos ossos ou estruturas com ar, como o intestino ou pulmão.

No exame de Radiologia, a parte do corpo a ser examinada é colocada entre o tubo de raios-X e o filme. Estruturas ósseas são, por exemplo, menos permeáveis à radiação do que o tecido circundante, permitindo criar uma imagem do interior do corpo no filme. A Radiologia é realizada, com frequência, como rotina pré-operatória, efetuando-se, nestes casos, um raio-X ao tórax. Em pós-operatório, este exame ajuda no controlo.

A Mamografia, um exame específico para a mama, utiliza o mesmo princípio do raio-X, mas com doses de radiação mais reduzidas.

A Ressonância Magnética baseia-se no princípio de que certos núcleos, quando submetidos a um campo externo, adquirem um comportamento magnético. É um exame utilizado em última linha, isto é, é um estudo feito quando o médico conhece o órgão patológico e precisa de um estudo mais específico sobre essa patologia. O protocolo usado para o procedimento do exame depende da patologia. As patologias mais frequentes são a lombociatalgia, cervicalgia, hérnia, patologias no sistema nervoso, abdomino-pélvica, na próstata, colon-retal e ginecológicas. Os casos de urgência são geralmente trombozes venosas e compressões medulares. A Ressonância Magnética é usada cada vez mais nestes casos de doenças vasculares, pois tem mostrado ser capaz de detetar o fluxo sanguíneo tanto no sistema arterial como no venoso.

O exame de TC utiliza os princípios da Radiologia Convencional. A TC de neuro é um exame dedicado às Neurociências. As patologias mais frequentes são traumatismos e AVCs, sendo as zonas corporais estudadas a cabeça e a coluna. Este exame é realizado com frequência a pacientes idosos, medicados com ácido acetilsalicílico (AAS). O AAS diminui a probabilidade de formação de coágulos que podem obstruir o fluxo sanguíneo. Um dos efeitos adversos deste medicamento é o AVC hemorrágico. Devido à grande fragilidade das veias em idosos, o efeito é potenciado nesta população. A TC permite fazer o controlo deste efeito. Angio-TC é feita para estudos de obstrução de veias. O contraste não atravessa a zona obstruída, sendo desta forma possível identificá-la. A utilização de contraste neste exame não é tão frequente como na TC de Corpo.

Alguns exemplos de tipos de TC realizados ao corpo são: tórax, ombro, pélvico, articular, coluna, abdómen, traumático, urológico.

### 2.3.2 Profissionais

O corpo clínico do serviço de Radiologia é constituído por técnicos de Radiologia, médicos Radiologistas e Neurorradiologistas, enfermeiros e assistentes operacionais. O transporte de doentes acamados ou com mobilidade reduzida é assegurado pela equipa de transportes. Cada profissional de saúde intervém no percurso do doente com diferentes funções, explicadas mais à frente.

#### Caraterização do técnico de radiologia

A atividade profissional e respetivas competências do técnico de Radiologia centra-se na realização de exames convencionais e especiais no âmbito da Radiologia clínica, nomeadamente Radiologia Convencional, Tomografia Computorizada, Ressonância Magnética, Mamografia, Angiografia Digital, Osteodensitometria e Ecografia. Embora o diagnóstico seja a principal área de intervenção, o técnico de radiologia também intervém ao nível da terapêutica, prevenção e promoção da saúde, podendo ainda desenvolver atividades

de Investigação, Gestão e Ensino. O aprofundamento de conhecimentos deste profissional de saúde está subjacente ao desenvolvimento das tecnologias de informação e suas aplicações nos meios de diagnóstico em medicina.

Na TC o técnico de Radiologia tem o domínio da tecnologia dos equipamentos clínicos da área da Radiologia, dos requisitos funcionais, humanos e técnicos para a realização do exame. Antes de iniciar o exame, o técnico verifica a requisição do exame digitalizada para perceber qual a razão pela qual o doente realiza o exame e qual a dúvida que se pretende esclarecer.

Em caso de existir a necessidade de administrar contraste, o técnico garante ainda que as análises têm valores dentro dos intervalos recomendados para a respetiva administração com segurança. Nestes casos o técnico explica claramente em que consiste o procedimento e o porquê de ser necessário o produto de contraste, de forma a obter a cooperação do paciente.

Dá também indicações das peças de roupa e objetos que o paciente está autorizado a levar consigo para a sala e que não interferem com a correta execução do exame. Por fim, confirma que o paciente está corretamente posicionado na cama de exame. Em conjunto com o médico Radiologista discute o protocolo a aplicar e executa o exame.

### **Caraterização do médico Radiologista**

O médico Radiologista é responsável por analisar a imagem radiológica para diagnosticar se há ocorrência de doenças ou não e elabora um relatório que é passado aos outros médicos da especialidade que acompanham o processo do doente.

No caso de indivíduos com fatores de risco, a decisão de administrar contraste é sempre do médico responsável pelo exame e do paciente, podendo, por exemplo, ser administrada pré-medicação (como corticóides e anti-histamínicos).

Desta forma, têm um papel decisivo na escolha do protocolo para a realização do exame e na análise da ponderação benefício-risco. A administração de contraste tem riscos, principalmente o de causar efeitos colaterais como são as reações alérgicas e ter efeitos tóxicos no organismo, provocando falta de ar. Por outro lado, melhoram a qualidade da imagem.

Em suma, o papel do médico no exame de TC é fornecer ao técnico orientações da forma como o exame deve ser realizado, elaborar um relatório no final do exame e ainda intervir em casos de reação ao contraste.

### **Caraterização do enfermeiro**

O enfermeiro agiliza a preparação do exame de TC de corpo. Entrega as folhas de consentimento aos pacientes para a preencherem na sala de espera. Revê também as análises dos doentes para garantir que este pode realizar um exame contrastado, reduzindo assim trabalho ao técnico. Outro papel importante dos enfermeiros é o de puncionarem a veia do doente para injeção de contraste se necessário.



### **Caraterização do assistente operacional**

O assistente operacional chama o doente para a sala de exame, segundo instruções do técnico, e informa o paciente das peças de roupa e objetos que deve retirar antes de entrar na sala. É da sua responsabilidade o posicionamento do paciente na cama de acordo com o tipo de exame.

### **2.3.3 Tipos de pacientes**

A proveniência do paciente determina a forma como este entra para o serviço, o percurso que faz dentro do mesmo e define ainda a prioridade com que este será atendido. A classificação dos tipos de pacientes tem também relevância no agendamento, organização e gestão dos exames do serviço de Radiologia.

#### **Urgência externa**

Os pacientes da **urgência (URG)** externa passam por um sistema de triagem baseado no "Protocolo de Manchester". Este permite definir a prioridade clínica do paciente com base nos seus sintomas, atribuindo-lhe uma pulseira colorida. A cor da pulseira define o nível de gravidade de cada caso e fornece uma estimativa do tempo de espera correspondente. Este protocolo funciona como um instrumento de apoio à decisão clínica (Grupo Português de Triagem, 2015). A marcação de exames de Radiologia para pacientes da urgência externa é geralmente feita através de comunicação direta com o técnico do exame em questão.

#### **Urgência interna**

A urgência interna é dedicada a doentes em regime de internamento. A equipa de transportes é responsável pelo transporte destes doentes e de organizar e definir, em conjunto com o resto da equipa da Radiologia, o horário para realização do exame de cada paciente.

#### **Via Verde**

A **via verde (VV)** permite um tratamento mais rápido e eficaz nas unidades de cuidados intensivos. O encaminhamento dos doentes através desta via verde é feito com base em critérios clínicos específicos. Alguns exemplos de situações consideradas via verde são enfarte agudo do miocárdio, paragem cardiorrespiratória e AVC (Enfermagem e as Leis, 2017). Os doentes da **VV** entram diretamente para a sala do exame de Radiologia.

#### **Ambulatório**

Considera-se **ambulatório (AMB)** o doente que tem alta e pode regressar a sua casa no dia da intervenção ou do exame, ou seja, não requer que o doente fique internado. Estes doentes podem deslocar-se pelos seus próprios meios (Saúde, 2018). Dependendo do tipo de exame a realizar, estes pacientes podem fazer marcação ou serem atendidos pela ordem de chegada.

### Internado com marcação

Pacientes em regime de internamento (INT) podem realizar exames com marcação para controlo após intervenções cirúrgicas sem urgência.

### Internado sem marcação

Em situações urgentes os pacientes em regime de internamento podem realizar o exame, sendo o agendamento do exame efetuado diretamente com o técnico.

Para efeitos do estudo não foi feita distinção entre a urgência interna e externa e entre internados com e sem marcação. O sistema informático utilizado no hospital não faz esta distinção. Também os pacientes da via verde são inseridos no sistema informático com o símbolo representativo da urgência. Por esta razão, neste estudo a sua distinção também não é feita relativamente os pacientes urgentes. De notar que estes procedimentos geralmente provocam grande distúrbio no serviço e ocupam a sala de exame durante grandes períodos de tempo.

## 2.4 Caracterização do Problema

O serviço de Radiologia dispõe dos seis métodos de imagem acima referidos. Todos eles foram sujeitos a um estudo observacional. Alguns dos exames foram analisados em maior detalhe. No entanto, a logística associada à **Tomografia Computorizada** é particularmente complexa e carece de um estudo para perceber os principais obstáculos que conduzem a algumas ineficiências observadas, como os atrasos nos exames, a falta de coordenação das equipas, a dificuldade em coordenar os vários exames, entre outros.

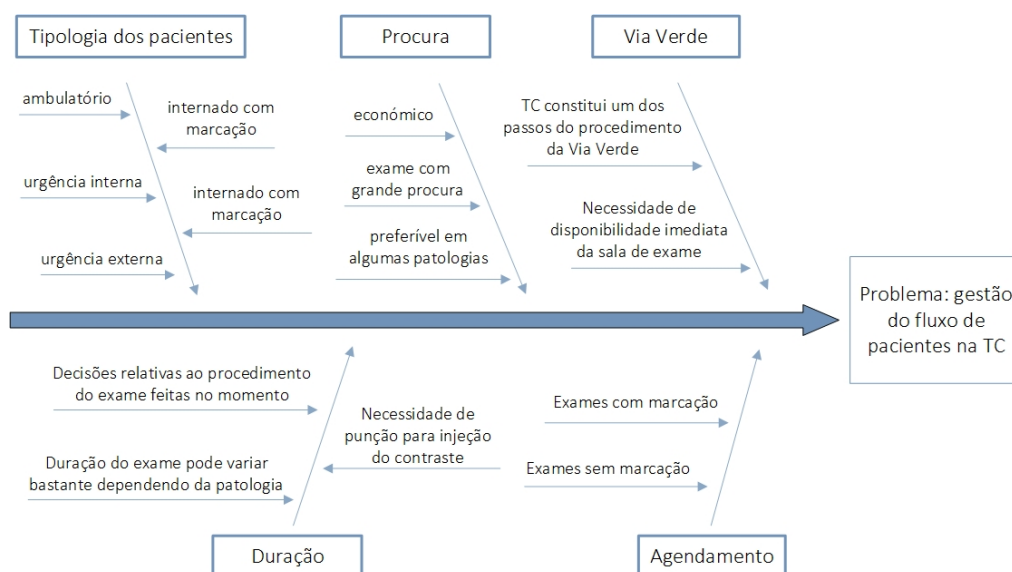


Figura 2.6: Diagrama de Ishikawa.



O diagrama de Ishikawa da figura 2.6 ilustra as causas que contribuem para a existência de um problema que é a gestão do fluxo de pacientes na TC. Estas podem ser divididas em 5 categorias principais: a tipologia dos pacientes, a procura que este exame tem, o facto de constituir frequentemente uma das etapas de um procedimento *via verde*, a duração do exame e ainda a forma como o agendamento é feito.

Este exame dá resposta a pedidos efetuados por pacientes de diferentes origens (internados, externos, da urgência e via verde) e de diferentes graus de exigência e apresenta uma elevada procura. É um exame usado para auxiliar no diagnóstico, mas também para avaliar a resposta ao tratamento. Quando comparado com outros exames usados para fins semelhantes, como a Ressonância Magnética, a TC apresenta um custo menor, um tempo de exame mais reduzido e pode ser mais elucidativa em certas patologias. O exame de TC pode ainda constituir uma das etapas do procedimento da *via verde*. Isto significa que sempre que este procedimento é ativado, a sala tem de estar livre para receber o paciente a qualquer momento. Até este caso ser resolvido, todos os outros pacientes têm de aguardar. Outro aspeto determinante é a duração da TC, que pode variar bastante, dependendo da patologia, da necessidade de puncionar o doente para injetar contraste e ainda o facto de ser um exame cujo procedimento é escolhido pelo médico conforme a qualidade das imagens que vai obtendo e da patologia em causa. Outro aspeto fundamental para a gestão do fluxo de doentes é a conciliação de exames marcados com exames não marcadas, não sendo possível prever o volume de exames não marcadas que surgem. Todos estes aspetos contribuem para a grande complexidade na organização deste exame.

Desta forma, foi o exame escolhido para analisar em mais detalhe. Com este estudo propõe-se analisar os diversos percursos existentes dos pacientes para realizarem exame de TC, perceber a duração de cada etapa deste percurso e compreender de que forma o fluxo dos pacientes pode ser otimizado.

## 2.5 A gestão atual do fluxo de pacientes

Os profissionais de saúde dispõem de uma plataforma com informações como o nome do utente, a sua hora de admissão no serviço de Radiologia, a hora de marcação do exame, entre outros. Os pacientes, quando admitidos no serviço, surgem na plataforma. Cabe à equipa de profissionais fazer a gestão dos pacientes que engloba questões como a ordem pela qual os pacientes realizam o exame, a coordenação com a equipa de transportes o transporte de um determinado paciente, a comunicação com as unidades de internamento para perceber se os pacientes estão prontos para os exames, entre outros. Este processo é feito por uma equipa multidisciplinar. Esta questão constitui umas das principais preocupações no serviço de Radiologia do Hospital de São José. O transporte de pacientes internados é umas das grandes causas para atrasos nos exames. A chegada tardia de um doente a um serviço de custo elevado, como é a Ressonância Magnética, leva à subutilização de recursos valiosos, entre eles o equipamento e os profissionais. Para além disso, os horários inicialmente planeados ficarão condicionados. A principal dificuldade no serviço

de Radiologia deve-se à diversidade de pacientes. É necessário conciliar exames marcados com urgências, Via Verde, entre outros.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os serviços de saúde estão a passar por grandes mudanças, que se devem à necessidade de contenção de custos, à crescente concorrência do mercado e à transição para os registos eletrónicos de saúde. As mudanças frequentemente não acontecem, devido aos riscos e incertezas que as acompanham, que podem ser superados se o impacto dessas mudanças for previamente estudado. Uma forma de fazer este estudo é em ambiente virtual, como o da simulação.

A simulação tem vindo a tornar-se uma ferramenta cada vez mais importante para projetos de melhoria de sistemas de saúde por diversas razões:

- A simulação permite replicar uma realidade e explorar possíveis mudanças, vivenciando situações que de outra forma não seriam possíveis (Beaverstock et al., 2011).
- Com a simulação é possível estudar sistemas de grande complexidade, espelhando ao mesmo tempo a relação entre o sistema de saúde, as instalações, os pacientes e os prestadores de cuidados de saúde (Alvarado et al., 2016).
- Os modelos de simulação imitam o funcionamento de sistemas reais e complexos com o objetivo de testar as consequências de se adotarem soluções. Na área da Saúde estes permitem avaliar o impacto de determinadas decisões ou alterações nos serviços sem colocar os pacientes em risco e sem perturbar o sistema. Algumas destas decisões podem ser, por exemplo, em relação à capacidade em termos de número de trabalhadores, alocação de recursos e ainda planeamento da configuração das instalações de saúde. O custo associado a este género de estudos quando comparado com testes feitos no local é mais baixo (Alvarado et al., 2016).
- Recursos mais avançados de computação permitem ainda construir gráficos a partir dos modelos de simulação que auxiliam na tomada de decisões (Alvarado et al.,

2016).

Barjis e Joseph (2011) vão ainda mais longe e defendem que o verdadeiro benefício da simulação é retirado quando os modelos de simulação são totalmente integrados na rotina dos serviços de saúde, e nos dispositivos existentes dos sistemas de informação que suportam as operações diárias dos serviços de saúde. Essencialmente, a ideia é não tratar a simulação como uma ferramenta para conduzir uma experiência única quando é planeada uma grande mudança, mas fazer com que os modelos de simulação corram paralelamente a outras aplicações como parte da rotina do ambiente de trabalho quotidiano. Um exemplo de uma vantagem da simulação baseada em dados em tempo real é possibilitar a previsão de alocação dos profissionais de saúde nos diversos postos de trabalho diariamente (Barjis, 2011).

### 3.1 Classificação da simulação em saúde

Na literatura o termo simulação tem vindo a ser ouvido cada vez mais, mas pode ter diferentes significados consoante a sua aplicação na saúde. Barjis e Joseph (2011) classificam a simulação em quatro principais grupos:

1. Simulação clínica: A simulação é usada principalmente para estudar, analisar e replicar o comportamento de certas doenças, incluindo processos biológicos no corpo humano.
2. Simulação operacional: A simulação é usada principalmente para capturar, analisar e estudar operações de saúde, prestação de serviços, agendamento, processos de negócios de assistência médica e fluxo de pacientes.
3. Simulação administrativa: A simulação é usada principalmente como uma ferramenta para a gestão, tomada de decisão, implementação de políticas e planeamento estratégico.
4. Simulação educacional: A simulação permite que múltiplos objetivos de aprendizagem sejam ensinados em ambiente clínico realista, sem colocar os pacientes em risco. Os alunos são expostos a uma situação realista que poderia acontecer num hospital e têm de conciliar a sua capacidade de avaliação e tomada de decisão clínica com comunicação, trabalho em equipa e gestão para cuidar do paciente da simulação. São diversos os artigos que apontam para uma utilização cada vez mais frequente da simulação durante a formação de enfermeiros, médicos, entre outros (Alanazi et al., 2017; Wilford e Doyle, 2006).

### 3.2 As metodologias em simulação

A simulação tem vindo a tornar-se uma técnica cada vez mais importante para projetos de melhoria de sistemas na área da saúde. A metodologia usada para o problema depende muito das características do problema em estudo. Há três metodologias usadas com maior frequência: simulação de eventos discretos, simulação dinâmica de sistemas e simulação baseada em agentes (Alvarado et al., 2016):

- A simulação de eventos discretos é geralmente usada para analisar fluxos de pacientes e processos e para estudar a capacidade e utilização dos recursos. Nestes problemas, o sistema apenas se pode encontrar num número finito de estados, pelo que cada novo acontecimento (chegada de um novo paciente, o fim do atendimento, entre outros) muda instantaneamente e o sistema muda de um estado para outro.
- A simulação dinâmica de sistemas auxilia na tomada de decisão de políticas de saúde, onde o sistema evolui continuamente no tempo.
- Modelos de simulação baseados em agentes utilizam-se bastante em tomada de decisão, principalmente em análises de níveis de população.

### 3.3 Os limites da simulação

São diversas as razões que tornam sistemas de saúde tão desafiantes de otimizar:

- Um sistema de saúde funciona como um conjunto de departamentos interligados, que deve ser coordenado através do fluxo de pacientes, profissionais de saúde, informações, materiais e produtos.
- É provável que os horários e o planeamento sejam alterados devido à chegada de pacientes críticos, que podem exigir tratamento imediato e por parte de vários profissionais de saúde.
- A condição de um paciente pode mudar enquanto espera e podem ser necessários cuidados mais prolongados ou diferentes.

Estas são algumas razões que apontam para a dificuldade de representar a complexidade da atividade hospitalar num modelo de simulação. Günal et al.(2010) concluem numa revisão da literatura ser impossível e impraticável fazer um modelo de simulação de eventos discretos de um hospital completo. Todos os modelos são simplificações. É muito importante selecionar o nível de detalhe certo para economizar tempo na fase de desenvolvimento do modelo. Opta-se geralmente por desenvolver modelos de simulação para zonas específicas dos hospitais ou para determinadas tipologias de pacientes.

Outro aspeto a salientar é o facto de muitos, senão a maioria, dos modelos de eventos discretos descritos na literatura terem sido construídos para hospitais específicos e nunca poderem ser, de forma alguma, reutilizáveis.

### 3.4 A recolha de dados

Barjis e Joseph (2011) salientam a importância da recolha de dados para um modelo de simulação. Afirmam que um modelo de simulação só pode ser tão bom quanto os dados de entrada, mas a sua recolha é o principal desafio na área da saúde.

Na área da saúde, muitas vezes há falta de dados de entrada suficientes para os modelos de simulação, levando a resultados que resultam de aproximações. Estes autores referem ainda a importância da recolha de dados dever ser feita de forma contínua e em paralelo com o funcionamento do serviço. A ideia é que os sistemas de saúde tenham sistemas de informação fortes para armazenamento de dados sobre taxas de chegada de pacientes, movimentações dos pacientes, tempo do atendimento, tempo que o paciente permanece no serviço, entre outros. Mais tarde esta informação poder ser utilizada, entre outras aplicações, para análise do funcionamento das unidades (Barjis, 2011).

Segundo Baffoe et al. (2013) existe uma lacuna entre os sistemas de informação clínicos que guardam os dados dos processos clínicos e os relatórios da análise dos dados que suportam a análise dos indicadores de desempenho. Isto deve-se à falta de uma infraestrutura de tecnologias de informação na saúde que faça a ligação entre estes dois campos. Os dados de eventos médicos têm uma grande complexidade e variedade e os diversos sistemas de informação clínicos estão muitas vezes desconectados entre si num hospital. Estes dados têm de ser recolhidos, analisados e transformados em indicadores de desempenho para apoiar na tomada de decisão. Este processo pode demorar dias ou semanas a acontecer, não permitindo, desta forma, utilizar os dados para tomar decisões em questões dos processos do dia-a-dia. Há várias tecnologias (como a gestão de processos de negócio e sistemas de localização em tempo real) aplicadas à recolha de dados para acelerar este processo e conseguir, como referido anteriormente, os dados em tempo real para a análise do desempenho do sistema de saúde (Baffoe et al., 2013).

### 3.5 Aproximação dos dados a distribuições

As distribuições usadas nos modelos de simulação são baseadas em dados obtidos do sistema que está a ser modelado. São recolhidas amostras aleatórias dos processos, tais como os tempos de serviço ou tempos de espera, e aproximadas a distribuições estatísticas, como a normal ou a exponencial (Beaverstock et al., 2011). O primeiro passo nesta tarefa é criar a hipótese de que os dados seguem uma determinada distribuição, fazendo uma comparação entre a função de densidade de probabilidade e o histograma dos dados (Banks et al., 2010). Através de testes de hipótese testa-se a qualidade da aproximação dos dados a uma determinada distribuição. Se os dados da amostra não se ajustam a uma distribuição conhecida, usa-se a distribuição empírica (Beaverstock et al., 2011).

### 3.6 Distribuições empíricas

Uma distribuição empírica é uma distribuição, cujos parâmetros são os valores observados na amostra de dados, ao contrário das distribuições paramétricas (como a exponencial, normal ou Poisson), que são caracterizadas pela especificação de um número de parâmetros, como a média e a variância. A distribuição empírica pode ser discreta ou contínua (Banks et al., 2010).

Distribuições empíricas são usadas quando é difícil dizer que uma variável aleatória tem um comportamento descrito por uma distribuição paramétrica específica.

Com distribuições empíricas não são feitas suposições para além dos dados observados, o que é uma vantagem.

Pressupostos feitos em distribuições paramétricas são tipicamente:

- as amostras aleatórias são tiradas de uma população com distribuição normal.
- as observações são independentes entre si.
- os dados aproximam-se a uma distribuição normal, entre outros.

Quando estes pressupostos estão corretos, as distribuições paramétricas poderão produzir estimativas mais robustas. Quando não há esta garantia, as distribuições empíricas podem ser usadas, pois nada é assumido para além dos valores observados na amostra. Estas distribuições apresentam como desvantagem o facto da amostra poder não cobrir todo o intervalo de valores possível (Corder e Foreman, 2009).

Os modelos probabilísticos de dados de entrada são usados na geração de eventos aleatórios para a simulação.

### 3.7 Otimização do fluxo dos pacientes

Dada a pressão para a contenção de custos na saúde, é fundamental que os hospitais e os sistemas de saúde desenvolvam sistemas que possam garantir o melhor atendimento possível aos pacientes, mesmo com recursos limitados. Neste sentido, uma estratégia importante é desenvolver procedimentos para melhorar o fluxo de pacientes e assim fornecer o tratamento no menor tempo possível e maximizar a utilização dos recursos disponíveis. A análise do fluxo do paciente representa o estudo de como os pacientes se movimentam pelo sistema de saúde.

A gestão do fluxo dos pacientes refere-se à capacidade dos sistemas de saúde gerirem os doentes de forma eficaz e com o mínimo atraso possível à medida que vão avançando pelas várias etapas do atendimento. A otimização do fluxo dos pacientes pretende tornar o atendimento dos doentes rápido, eficaz e eficiente (Barjis, 2011).

Como principais objetivos para gerir o fluxo de pacientes destacam-se:

- Minimizar os tempos de espera à medida que os pacientes passam de um departamento para outro;

- Alcançar um nível elevado de sincronização entre pacientes, profissionais de saúde e recursos, de forma a que o atendimento comece assim que chega o paciente e sejam eficientes;
- identificar e resolver constrangimentos no nível do sistema que impedem o adequado fluxo de pacientes.

### 3.8 Indicadores-chave de medição do desempenho

Uma das formas de monitorizar o desempenho de processos é através da análise de métricas ou indicadores-chave. Estes indicadores ajudam a perceber onde se concentram os maiores problemas e onde se deve atuar em primeiro lugar (Parmenter, 2007). Alguns exemplos de indicadores na área da saúde são o número médio de exames realizados num dia, o tempo médio de espera para realização do exame ou número de pacientes admitidos por dia.

### 3.9 A Teoria das Filas de Espera vs. simulação

Uma das ferramentas usadas na literatura para resolver o problema do fluxo dos pacientes é a Teoria das Filas de Espera. Este termo é usado para definir um conjunto de técnicas analíticas, que usam fórmulas matemáticas para descrever as propriedades de processos com procura aleatória (fila de espera). Um sistema de filas é constituído por várias componentes, entre os quais o processo de chegada, a distribuição do tempo de serviço, o número de servidores, a capacidade do sistema e a população de clientes. A distribuição mais utilizada para descrever o processo de chegadas é a Poisson, ou seja, os tempos entre chegadas são exponencialmente distribuídos.

Os serviços de Saúde podem ser vistos como uma rede onde se tenta fornecer um atendimento adequado às necessidades dos clientes (Tavares et al., 1997). A fila é constituída por entidades que aguardam o serviço. A taxa de chegada, usualmente representada por  $\lambda$ , indica o número médio de clientes que procuram o serviço por unidade de tempo. A taxa de chegada ( $\lambda$ ) pode ser, por exemplo, 10 clientes por hora. Nesse caso, o intervalo médio de tempo entre duas chegadas consecutivas é de 6 minutos, já que este intervalo de tempo é o inverso da taxa de chegada (Tavares et al., 1997).

Os atrasos devem-se à diferença entre a procura pelo serviço e a capacidade do serviço para dar resposta à procura. Na saúde o momento exato no qual o paciente vai precisar de intervenção médica tem uma variabilidade natural e o tempo necessário para fornecer esse serviço também. Estas características próprias dos serviços de saúde, tornam-nos extremamente difíceis de gerir (Nyman, 2007).

Neste sentido, a Teoria das Filas de Espera é frequentemente aplicada para fazer cálculos sobre os recursos, como são o dimensionamento das equipas e do equipamento necessário ou para tomar decisões em relação à disposição das instalações de saúde. Algumas



das vantagens destes modelos são a necessidade de poucos dados e a simplicidade das fórmulas para avaliar medidas de desempenho, como o tempo médio de espera para atendimento. É uma técnica simples e de custo reduzido usada essencialmente para encontrar soluções ótimas para o serviço (Nyman, 2007).

À medida que aumenta a complexidade do sistema, as expressões analíticas deixam de ser aplicáveis e é neste sentido que surge a simulação. Esta permite avaliar a eficiência dos serviços, estudar diversos cenários e projetar novas instalações de saúde. Tem a capacidade de modelar fluxos complexos.

### **3.10 Exemplos de logística e simulação aplicadas à saúde**

Takagi et al.(2017) desenvolveram um projeto no Hospital da Universidade de Tsukuba no Japão. Uma das etapas consistiu na análise do fluxo das pacientes obstétricas desde a sua entrada até à saída do hospital. Para tal, foram recolhidos dados sobre todos os movimentos e deslocações dos doentes, como taxas de chegada, duração do atendimento em cada serviço, transferência de alas, entre outros. Os principais percursos realizados pelas pacientes foram identificados, tendo-se registado o número de pacientes que realizou esse percurso, quantas alas visitou e o tempo médio de permanência nessa ala. Destacaram-se cinco rotas como sendo as realizadas com maior frequência pelas pacientes. A partir desses dados desenvolveram-se histogramas com a distribuição do número de dias em função do número de pacientes nas duas alas principais de obstetrícia, tendo-se calculado a probabilidade de todas as camas em cada ala estarem ocupadas. Dois modelos de filas de espera foram usados para modelar as diferentes etapas do fluxo dos pacientes nos cinco percursos mais importantes. O modelo  $M/G/\infty$  foi usado para a ala dos partos normais, para os quais há camas suficientes. Para casos de gravidez de alto risco foi usado o modelo  $M/M/m$ , onde o número de camas na ala é demasiado reduzido para a procura existente. Um modelo de rede de filas de espera foi desenvolvido tendo por base as rotas principais e os modelos  $M/G/\infty$  e  $M/M/m$ . Cálculos numéricos acerca da previsão do número de pacientes que se encontra em cada ala diariamente, duração da estadia, taxas de chegada e partidas foram feitos a partir do modelo teórico e comparados com os dados reais do hospital. Concluiu-se que estes valores eram muito próximos e que o modelo teórico poderia ser usado no planeamento da capacidade das enfermarias. A equipa de investigação pretende estender o seu estudo a outras unidades no hospital, principalmente para planeamento da capacidade. Este estudo recorreu essencialmente a modelos de filas de espera (Takagi et al., 2017).

Outra ferramenta utilizada para avaliar o funcionamento dos hospitais é a simulação de eventos discretos. Num artigo de revisão Günal et al.(2010) concluíram que para conseguir ter sucesso na aplicação de simuladores à área da saúde é necessário simplificar o sistema, ou seja, a maior parte dos estudos são realizados em partes dos hospitais, como são os serviços ou salas, e não ao hospital no geral. Quanto maior o detalhe, mais realista a representação do sistema, mas, por outro lado, a complexidade do sistema torna-se

enorme e a recolha de dados muito difícil. Uma solução encontrada para facilitar a recolha de dados foi através de pulseiras de identificação com radiofrequência. Estas pulseiras podem ser colocadas em todas as pessoas envolvidas, como os médicos e pacientes. Os autores concluíram ainda que outra forma de simplificar as simulações é realizando simulações distintas para pacientes de diferentes tipologias. Para pacientes internados são feitas simulações para a gestão da ocupação das camas. Em doentes do ambulatório a atenção é concentrada no planeamento da agenda e da capacidade do serviço para dar resposta à procura do serviço. A reorganização dos horários da equipa e a adição ou remoção de recursos são outros exemplos de aplicações desta ferramenta (Günel et al., 2010).

Um estudo num hospital iraniano foi realizado para determinar o número de pacientes à espera no serviço de urgência e o seu tempo de espera. Haghighejad et al.(2016) recorrem à teoria das filas de espera e ao simulador Arena para o estudo. Depois de correr o modelo durante 30 dias, o número total de pacientes atendidos nas urgências foi 4088 e 1238 pacientes esperavam para serem atendidos. Vários cenários, nos quais se alteraram determinadas condições, foram testados para responder à procura do serviço. Uma das variáveis alteradas nos cenários foi a capacidade do serviço, que se traduzia neste caso no número de camas disponíveis para os pacientes com necessidade de mais tratamentos. Também foi testado o impacto que a duração da estadia de um paciente na urgência tem no funcionamento do serviço. Os autores concluíram que diminuir a duração da estadia melhorava o problema, mas não o eliminava. O aumento para o dobro do número de camas revelou-se a melhor solução. Este estudo é um bom exemplo de uma vantagem da simulação de eventos discretos. Alterando variáveis na simulação é possível perceber como os diversos componentes do serviço interagem entre si e perceber quais as melhores medidas a tomar sem prejudicar o funcionamento diário dos serviços (Haghighejad et al., 2016).

Num estudo conduzido num hospital em Ontário foi estudado o fluxo de pacientes com o problema cardíaco da síndrome coronária aguda e que dão entrada no hospital através do serviço de urgência. Foram estes os pacientes escolhidos para o estudo, uma vez que se trata de um problema que deve ser resolvido até 90 minutos depois do evento para salvar a vida do paciente. Para analisar este problema uma das medidas de desempenho mais significativas é a duração de todo o processo desde que o paciente dá entrada no hospital até à sua saída. Este percurso é composto por várias etapas e cada uma delas tem uma duração máxima definida pelo hospital. Para medir estes tempos, os investigadores desenvolveram um sistema para integração da informação de várias fontes. Um servidor RTLS guarda eventos que identificam a localização dos pacientes e dos prestadores de cuidados de saúde, recorrendo a leitores com identificação por radiofrequência colocados em pulseiras nas pessoas e nas salas. Um servidor BPM guarda os eventos que indicam quando as principais etapas administrativas do processo foram executadas (triagem do paciente, realização de exames, pedido de cama, entre outros). O sistema desenvolvido pela equipa regista os eventos e calcula os valores relacionados com tempos de espera e tempos de

atendimento. São lançados alertas cada vez que os tempos de espera se aproximam ou excedem os limites especificados. Estes dados são exibidos num painel para fornecer uma visão geral em tempo real do processo de atendimento e de todos os pacientes. Os dados são guardados numa base de dados para gerar um histórico com relatórios de desempenho. O sistema desenvolvido por esta equipa provou ser mais robusto e preciso que um modelo utilizado antes baseado no processamento de dados complexos (CEP - Complex Event Processing) (Baffoe et al., 2013).

Umas das causas abordadas anteriormente para problemas na logística do percurso do paciente deve-se aos transportes. Os pacientes têm frequentemente de ser transportados para fins de diagnóstico e terapêutica dentro do hospital. Dependendo da disposição geográfica do hospital, o transporte entre salas de enfermagem e unidades de serviço é fornecido por ambulâncias ou por pessoal treinado que transporta os pacientes em cadeiras ou macas. Para dar resposta a este problema, Hanne et al.(2009) desenvolveram um sistema chamado Opti-TRANS para planeamento do fluxo de transportes, que permite fazer a reserva de viagens, enviar pedidos de transporte e monitorizar as viagens em tempo real. Este sistema procura os percursos mais rápidos, tem em consideração as diferentes condições de tráfego em diferentes horários do dia e ainda possíveis obstáculos no caminho, como rampas ou elevadores fora do dimensionamento necessário (Hanne et al., 2009).



## MODELAÇÃO DO FLUXO DOS PACIENTES NO SERVIÇO DE RADIOLOGIA

As simulações são modelos gerados em computadores a partir de dados de sistemas de saúde reais. Um modelo de simulação pode representar um hospital, uma clínica, uma farmácia ou uma variedade de outros sistemas. Muitas empresas usam simulações para analisar e otimizar os seus sistemas antes de implementarem mudanças de elevado custo no sistema atual (FlexSim, 2015).

As simulações podem ajudar a identificar e resolver problemas. À medida que se constroi e executa uma simulação, é possível ir aprendendo mais sobre como a unidade realmente funciona e como esta pode ser melhorada. É possível identificar fontes de constrangimentos que estão a reduzir a qualidade do atendimento do paciente e/ou a aumentar os custos (FlexSim, 2015).

### 4.1 Desenvolvimento do modelo de simulação do sistema atual

O simulador utilizado para estudar o fluxo de pacientes que realizam exame de TC foi o FlexSim Healthcare (FlexSim HC). Este software oferece soluções de simulação e modelação para hospitais, clínicas e outras instituições de saúde (FlexSim, 2015).

## CAPÍTULO 4. MODELAÇÃO DO FLUXO DOS PACIENTES NO SERVIÇO DE RADIOLOGIA

A planta em AutoCAD do serviço de Radiologia foi importada para o ambiente de simulação do FlexSim (fig. 4.1).

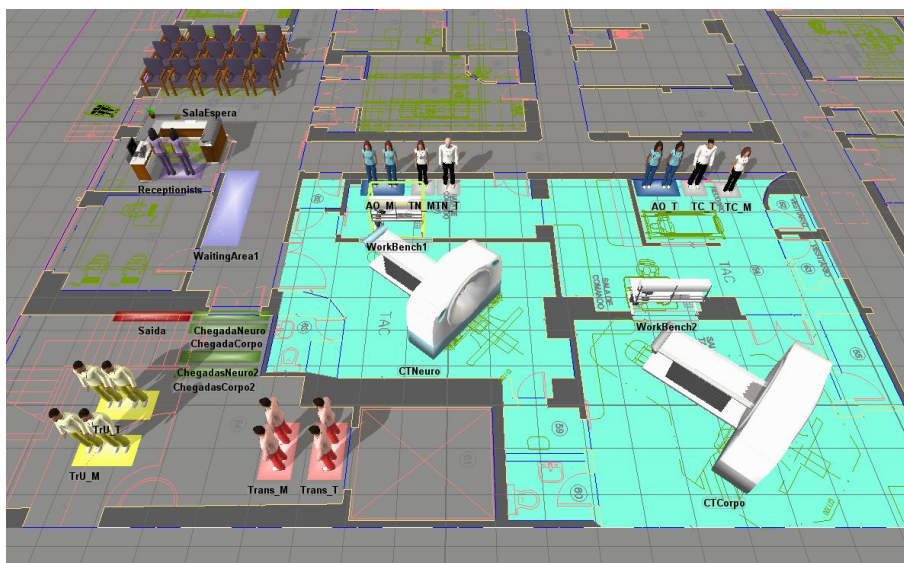


Figura 4.1: Ambiente de simulação do FlexSim HC

A simulação é composta por objetos que interagem entre si. A "porta" é um objeto e é responsável pela criação de entidades para o sistema, neste caso os diferentes tipos de pacientes. Estes são definidos através de um índice de classificação (PCI), representando os índices 1, 2 e 3 pacientes ambulatoriais, urgentes e internados, respectivamente, que recorrem à TC de neuro. Os índices 4, 5 e 6 definem, na mesma ordem, os pacientes das TC de corpo (fig. 4.2).

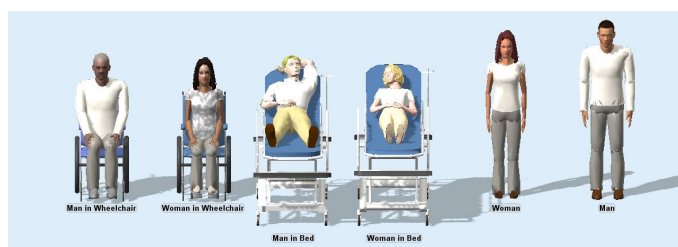


Figura 4.2: Aspecto visual dos objetos que modelam os pacientes

Foram adicionados à simulação objetos para representação dos profissionais de saúde por grupos: secretariado, técnicos de neuro, técnicos de corpo, assistentes operacionais, equipa de transportes e transportes das urgências. Cada grupo tem o horário do respetivo turno, significa, portanto, que os objetos estão inativos fora do período do seu turno na simulação.

Cada tipo de paciente tem um percurso próprio dentro do serviço, havendo, assim, seis no total (percurso do paciente via verde é idêntico ao do paciente urgente, mas com tempo de espera igual a zero). Estes são definidos por um conjunto de atividades, onde intervêm os profissionais de saúde. Cada percurso foi desenhado na planta do serviço. Todas as

atividades que os constituem foram programadas na simulação. Algumas simplificações foram feitas para adaptar à forma como a recolha de dados foi feita.

Um exemplo de um percurso é o do doente ambulatorio, constituído pelas seguintes etapas (figura 4.3):

1. O paciente dá entrada no serviço e dirige-se ao secretariado depois de tirar uma senha.
2. No secretariado o paciente é atendido pelas assistentes que dão entrada do doente no sistema informático.
3. O paciente vai para a sala de espera, onde aguarda a sua vez.
4. O doente é chamado pelo assistente operacional para realizar procedimentos de preparação, como são a punção e o contraste oral.
5. É realizado o exame ao paciente.
6. O doente sai da sala de exame e abandona o serviço. O exame e respetivo relatório são colocados no sistema e podem ser acedidos pelo médico de especialidade.

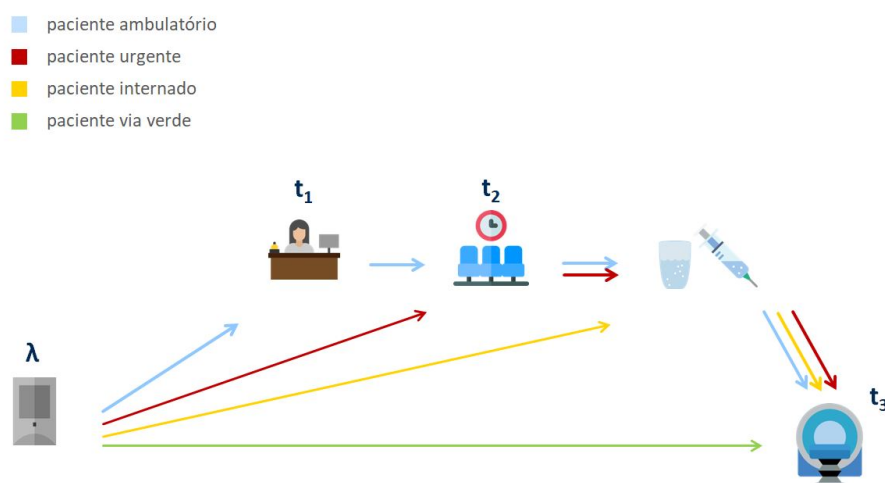


Figura 4.3: Ilustração dos percursos dos diversos doentes no serviço para realização de exame TC de neuro

## 4.2 Recolha e tratamento dos dados

O modelo de simulação, sendo baseado num caso real, foi necessário definir os parâmetros a recolher para incorporar na simulação. Explica-se em detalhe quais os dados existentes no sistema do hospital que foram usados, quais os dados que foram recolhidos através de estudos observacionais e quais os pressupostos assumidos.

### 4.2.1 A plataforma de gestão de pacientes

A plataforma pode ser acedida pelos técnicos e médicos nos computadores das salas de apoio aos equipamentos de TC de neuro e corpo. Cada linha da plataforma representa um

## CAPÍTULO 4. MODELAÇÃO DO FLUXO DOS PACIENTES NO SERVIÇO DE RADIOLOGIA

exame de TC específico. Associado a esse exame está o nome do utente que o vai realizar e a sua tipologia (**ambulatório** é o símbolo azul, **urgência** a cruz vermelha ou **internado** com o símbolo da cama) e o local do exame (fig. 4.4). Sabe-se também o nome do médico, o serviço que pediu o exame e o médico que fará o relatório e o acompanhamento do exame. Esta plataforma permite geralmente ter acesso à informação que explica a razão pela qual o doente precisa de fazer o exame, a requisição do exame e também às análises do paciente.

	T	Hist.	Info	G. Doc.	Prov.	Sala	Marcação	Admissão
<input type="checkbox"/>	10					HSJ-TC1-Corpo		03-04-2018 12:36
<input type="checkbox"/>	10					HSJ-TC1-Corpo		03-04-2018 13:39
<input type="checkbox"/>						HSJ-TC1-Corpo...	03-04-2018 12:45	03-04-2018 09:05
<input type="checkbox"/>	10					HSJ-TC1-Corpo		03-04-2018 17:26
<input type="checkbox"/>						HSJ-TC1-Corpo	03-04-2018 08:45	03-04-2018 08:36
<input type="checkbox"/>						HSJ-TC1-Corpo	03-04-2018 09:00	03-04-2018 08:36
<input type="checkbox"/>						HSJ-TC1-Corpo	03-04-2018 08:00	03-04-2018 08:01

Figura 4.4: Detalhe da plataforma de gestão de pacientes

Para a simulação as colunas mais relevantes são as das horas de admissão e de marcação, que têm significados diferentes consoante o tipo de paciente.

O paciente ambulatorio tem uma hora de marcação do exame, feita através do secretariado no agendamento. Quando o paciente dá entrada no serviço e faz o registo no secretariado, é registada a sua hora de admissão pelos assistentes do secretariado.

Pacientes internados que têm uma marcação do exame, a hora de marcação foi combinada entre o serviço requisitante e o de radiologia, e a hora de admissão corresponde à hora a que a equipa de transportes chegou com o doente internado e entregaram a sua requisição no secretariado. Doentes internados também realizam exames de TC sem marcação, apenas através de comunicação direta entre o serviço requisitante e o técnico de TC. Nestes casos a hora de admissão e de marcação são iguais e correspondem novamente à entrega da requisição pela equipa de transportes quando o doente chega ao serviço.

A urgência é o único serviço com capacidade para marcar exames diretamente na plataforma e essa hora fica registada como a hora de admissão. Depois cabe ao técnico de TC comunicar com a equipa de transportes da urgência para trazerem os doentes para realizar o exame.



### 4.3 Taxas de chegada

No ambiente de simulação os padrões de chegada dos pacientes podem ser definidos de várias formas. Neste estudo, estes foram definidos através das chegadas personalizadas. Este modo permite que os diferentes tipos de pacientes cheguem a taxas diferentes com base na hora e no dia da semana. O padrão de chegadas personalizadas permite criar diferentes padrões de chegada para diferentes tipos de pacientes (fig. 4.5).

	Start Time	End Time	Number of Arrivals	PCI
61	01:08:00	01:09:00	1	2
62	01:09:00	01:10:00	1	2
63	01:10:00	01:11:00	2	2
64	01:11:00	01:12:00	4	2
65	01:12:00	01:13:00	2	2
66	01:13:00	01:14:00	2	2
67	01:14:00	01:15:00	2	2
68	01:15:00	01:16:00	2	2
69	01:16:00	01:17:00	5	2
70	01:17:00	01:18:00	3	2
71	01:18:00	01:19:00	1	2
72	01:19:00	01:20:00	3	2
73	02:08:00	02:09:00	1	2

Figura 4.5: Definição do padrão de chegadas dos pacientes

Define-se o número médio de pacientes que chegam num intervalo de tempo (hora de início e de fim) ao serviço de radiologia para todos os dias da semana.

A definição das taxas de chegada dos diferentes tipo de pacientes ao serviço do hospital de São José foi definido a partir da plataforma de gestão dos pacientes. Como referido anteriormente, este regista a hora de admissão de cada paciente. Foram fornecidos pelo hospital os registos dos pacientes que deram entrada na plataforma entre os dias 03.04.2018 e 02.05.2018. Numa folha de cálculo foram registadas as horas de admissão de pacientes consecutivos e separadas por tipo de paciente (fig. 4.6).

09/04/2018	Paciente	Admissão		AMB	URG	INT		AMB		URG		INT	
				2	6	6							
	A	08:02		08:02	08:22	09:17		8h-9h	2	8h-9h	1	8h-9h	0
	A	08:11		08:11	13:26	09:46		9h-10h	0	9h-10h	0	9h-10h	2
	U	08:22			16:23	16:41		10h-11h	0	10h-11h	0	10h-11h	0
	I	09:17			16:45	16:50		11h-12h	0	11h-12h	0	11h-12h	0
	I	09:46			16:51	17:28		12h-13h	0	12h-13h	0	12h-13h	0
	U	13:26			19:05	18:11		13h-14h	0	13h-14h	1	13h-14h	0
	U	16:23						14h-15h	0	14h-15h	0	14h-15h	0
	I	16:41						15h-16h	0	15h-16h	0	15h-16h	0
	U	16:45						16h-17h	0	16h-17h	3	16h-17h	2
	I	16:50						17h-18h	0	17h-18h	0	17h-18h	1
	U	16:51						18h-19h	0	18h-19h	0	18h-19h	1
	I	17:28						19-20h	0	19-20h	1	19-20h	0
	I	18:11							2		6		6
	U	19:05											

Figura 4.6: Folha de cálculo das taxas de chegada

De seguida, foram anotados o número de pacientes (**ambulatorio**, **urgência**,...) que tinham sido admitidos no sistema entre as 8:00h e as 9:00h da manhã e por aí em diante. Este procedimento foi feito para cada dia da semana. Os registos fornecidos pelo hospital permitiram obter quatro amostras para cada dia da semana. Daí resultou uma média

## CAPÍTULO 4. MODELAÇÃO DO FLUXO DOS PACIENTES NO SERVIÇO DE RADIOLOGIA

dessas quatro amostras para pacientes ambulatoriais (fig. 4.7) e internados e urgentes (em anexo).

	Ambulatório				
	seg	ter	qua	qui	sex
8h-9h	1	0	2	0	2
9h-10h	1	1	1	1	2
10h-11h	0	0	2	0	3
11h-12h	0	0	0	0	0
12h-13h	0	0	0	0	0
13h-14h	0	0	1	0	0
14h-15h	0	0	3	0	0
15h-16h	0	0	2	0	0
16h-17h	0	0	3	0	0
17h-18h	0	0	0	0	0
18h-19h	0	0	0	0	0
19-20h	0	0	0	0	0

Figura 4.7: Taxa de chegada de doentes ambulatoriais à TC de neuro

Neste passo foi adotado o primeiro pressuposto. Assume-se que a hora de admissão corresponde ao momento em que o paciente deu entrada no serviço de Radiologia. Como vimos anteriormente, a hora de admissão, no caso da urgência, pode não significar a entrada do paciente no serviço. Ainda assim, a hora de admissão reflete a procura que a TC de neuro e de corpo têm.

### 4.4 Duração do atendimento

O atendimento refere-se, neste caso em particular, ao tempo que demora o exame de TC a ser feito. Este foi calculado a partir da folha de registo da figura 4.8.

Paciente	Marcação	Admissão	Entrada na sala	Contraste	Saída da sala	Contraste oral	Tipo de exame		Tempo de espera	Duração atendimento	Min
Via Verde		13:16	14:00	NÃO	14:10	NÃO	C	T	0:44	0:10	10
Via Verde		16:05	15:51	SIM	16:19	NÃO	C+PC+AG	T	#####	0:28	28
Ambulatório	8:10	8:37	9:05	NÃO	9:11	NÃO	CC	M	0:28	0:06	6
Internado	11:15	11:15	11:19	NÃO	11:30	NÃO	C+O	M	0:04	0:11	11
Urgência		10:28	11:57	NÃO	12:07	NÃO	C+CC	M	1:29	0:10	10
Urgência		10:59	12:10	SIM	12:27	NÃO	C+AG	M	1:11	0:17	17

Figura 4.8: Folha de registo para cálculo da duração do atendimento

Através da observação dos exames entres os dias 23.03.2018 e 18.07.2018, foi elaborada a folha de registo da figura 4.8. Daqui foram tiradas diversas informações, como a tipologia do paciente, hora de marcação e admissão, hora de entrada do paciente na sala, se fez contraste endovenoso, hora de saída da sala, se bebeu contraste oral, o tipo de exame que realizou e se o fez no turno da manhã ou da tarde. Desta análise resultaram 450 amostras. Para o cálculo da duração do atendimento foi feita a subtração entra a hora de saída e entrada na sala de exame. Importa ainda referir que esta duração do atendimento inclui o tempo que o paciente demora a vestir-se na TC de neuro. Na sala de corpo o exame é iniciado enquanto o exame anterior está a ser feito. Também o tempo de diálogo entre o médico e o técnico para esclarecimento de dúvidas quanto à documentação do doente e do procedimento do exame está incluído nessa duração. É por esta razão que os percursos dos doentes na simulação são mais simplificados do que nos esquemáticos. Omitem-se atividades como a troca de roupa no vestiário da TC de neuro. O vestiário encontra-se dentro da sala, ou seja, este tempo é contabilizado na duração do exame.

Das recolhas feitas na folha de registo resultaram os tempos de duração dos exames. Estes dados foram novamente separados por tipologia de paciente. Importa depois encontrar uma função matemática que represente a variável estatística, que é a duração do exame. Para isso, foi utilizado o programa ExpertFit, incluído no programa FlexSim, para fazer a aproximação dos dados a uma distribuição estatística teórica.

Foram usadas distribuições empíricas, cujos parâmetros são os valores observados na amostra. É atribuído a cada duração medida uma probabilidade de ocorrer (fig.4.9).

<b>Percentage (Column 1)</b>	<b>X value (Column 2)</b>
<b>0.769</b>	<b>2</b>
<b>1.538</b>	<b>3</b>
<b>8.462</b>	<b>4</b>
<b>13.077</b>	<b>5</b>
<b>17.692</b>	<b>6</b>
<b>10.000</b>	<b>7</b>
<b>8.462</b>	<b>8</b>
<b>7.692</b>	<b>9</b>
<b>5.385</b>	<b>10</b>
<b>2.308</b>	<b>11</b>
<b>3.077</b>	<b>12</b>
<b>3.077</b>	<b>13</b>

Figura 4.9: Distribuição empírica da duração do atendimento de pacientes urgentes de neuro

## 4.5 Tempo de espera

O tempo que os pacientes aguardam na sala de espera é também relevante. Tanto pacientes da urgência como internados são transportados por equipas de transporte que evitam que o paciente tenha de aguardar muito tempo antes e após a realização do exame.

Da mesma folha de registo da duração do exame, foi feito outro cálculo, nomeadamente a diferença entre a hora de entrada na sala e a hora de admissão no serviço. Esta diferença dá o tempo que o doente esteve na sala de espera a aguardar. Uma distribuição empírica foi calculada através do programa ExpertFit.

## 4.6 Definição de pressupostos

Na elaboração do modelo de simulação foram assumidos alguns pressupostos que podem não corresponder ao sistema real na sua totalidade. No entanto, estes são essenciais para se conseguir representar uma realidade num modelo de simulação. São apresentados em seguida os pressupostos assumidos:

- Os pacientes não abandonam o serviço sem realizarem o exame.
- A duração dos exames, o tempo de espera e a taxa de chegadas não dependem da procura que o serviço tem no momento. Significa isto, que, por exemplo, os técnicos não são mais rápidos a fazer exames se tiverem uma lista grande de pacientes em espera. No sistema real a equipa de profissionais adapta o seu comportamento às condições do momento. As amostras retiradas em observações foram aleatórias e sem ter em conta o estado da sala de espera.
- A simulação não contempla situações excepcionais, nas quais o exame não pode ser realizado por motivos de falta de jejum, da requisição do médico, de análises, de tempo de limpeza para desinfeção da sala em casos de HIV, entre outros.
- Este estudo analisa o fluxo dentro do serviço de Radiologia. Naturalmente, as equipas de transporte também têm influência na logística do exame, mas a análise destas equipas está fora do âmbito deste estudo.

## 4.7 Avaliação de cenários

Foram testados quatro cenários diferentes para perceber o impacto de se efetuarem alterações no serviço. Estas soluções respeitam dois importantes pontos:

- Nesta dissertação pretende otimizar-se o fluxo de pacientes, recorrendo a medidas que não envolvam a aquisição de novo equipamento ou outros recursos.
- As soluções encontradas devem ser facilmente implementadas, causando o menor distúrbio possível no bom funcionamento do serviço.

Foram executadas 30 réplicas de cada cenário. Os primeiros dois cenários foram simulados para os cinco dias úteis da semana. Nos cenários três e quatro a distribuição que descreve as chegadas é igual em todos os dias da semana, como se explica com mais detalhe na secção 4.7.3.

### 4.7.1 Primeiro cenário

No primeiro cenário são usados apenas valores que correspondem à realidade do serviço. Este cenário serve para validar o modelo e analisar a situação atual.

### 4.7.2 Segundo cenário

O segundo cenário é usado para perceber a influência que a hora de chegada dos pacientes tem na eficiência do serviço. As alterações foram feitas nas chegadas dos pacientes em ambulatorio (fig.4.10), pois urgências e internados são geralmente situações que não dependem só do técnico e do próprio paciente. Urgências precisam de ser resolvidas em

curtos intervalos de tempo e a sua chegada não é controlável. Internados precisam de ser preparados por enfermeiros nos serviços e o seu transporte está dependente da equipa de transportes. Por estas razões, optou-se por fazer só alterações às chegadas dos pacientes ambulatoriais. Estas foram redistribuídas por períodos com menor afluência.

	Ambulatório				
	seg	ter	qua	qui	sex
8h-9h	1	1	2	1	2
9h-10h	1	0	2	0	2
10h-11h	0	0	1	0	1
11h-12h	0	0	0	0	1
12h-13h	0	0	0	0	0
13h-14h	0	0	2	0	0
14h-15h	0	0	2	0	1
15h-16h	0	0	2	0	0
16h-17h	0	0	0	0	0
17h-18h	0	0	1	0	0
18h-19h	0	0	0	0	0
19-20h	0	0	2	0	0

(a)

	Ambulatório				
	seg	ter	qua	qui	sex
8h-9h	1	1	1	2	1
9h-10h	1	1	0	1	1
10h-11h	1	1	1	1	1
11h-12h	2	1	0	1	1
12h-13h	2	1	1	1	1
13h-14h	1	2	1	2	1
14h-15h	1	2	2	1	1
15h-16h	1	3	1	2	0
16h-17h	0	1	1	1	1
17h-18h	1	1	1	1	1
18h-19h	0	1	1	1	1
19-20h	1	1	1	2	1

(b)

Figura 4.10: Padrão de chegadas alterado para (a) pacientes ambulatoriais de neuro e (b) pacientes ambulatoriais de corpo.

Esta é uma solução que pode ser facilmente implementada. Pacientes ambulatoriais estão, neste momento, a ser marcados entre as 08:00 e as 16:00 horas, podendo este horário ser mais alargado para evitar picos de chegadas.

### 4.7.3 Terceiro cenário

De forma a perceber o impacto que a duração do exame tem no número de pacientes atendidos, foi necessário alterar a forma das chegadas dos pacientes. Nos cenários anteriores é possível fornecer o serviço a praticamente todos os pacientes, uma vez que o padrão de chegadas foi definido com base em exames realizados durante o funcionamento regular do serviço. Neste terceiro cenário alteram-se as chegadas dos pacientes para uma distribuição Normal(30,0.2), excepto os pacientes urgentes de neuro com uma distribuição Normal(15,0.2), devido à grande procura deste tipo de utentes por este exame. Desta forma, determina-se que o intervalo entre chegadas de pacientes consecutivos é de 30 minutos e de 15 minutos para pacientes urgentes de neuro. Este cenário será usado para estabelecer uma comparação entre a realização dos exames com as durações praticadas nos dias de hoje e uma possível redução destes tempos.

### 4.7.4 Quarto cenário

O quarto cenário estuda a influência que a duração do exame tem no desempenho do serviço. As durações dos exames foram reduzidas 30% em relação aos valores observados e foram definidas no ExpertFit distribuições empíricas para descrever os dados alterados. À primeira vista, pode parecer impossível reduzir o tempo de um exame de TC. No entanto, as durações medidas contabilizam o tempo que o paciente esteve na sala de

#### CAPÍTULO 4. MODELAÇÃO DO FLUXO DOS PACIENTES NO SERVIÇO DE RADIOLOGIA

---

exame. Por vezes o exame não pode arrancar, porque é necessário mais profissionais para posicionarem o doente. Pode também haver falta de documentação para realizar o exame com segurança. Estas são algumas situações que contribuem para exames mais longos, mas que podem ser contornadas.

## ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O indicador de desempenho utilizado para comparar os cenários foi o número de pacientes que receberam serviço dentro do horário de operação. A figura 5.1 ilustra os resultados obtidos nos testes do Flexsim.

	Seg		Ter		Qua		Qui		Sex	
	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$
Cenário 1	65.17	2.16	65.80	1.94	60.70	1.42	61.87	1.39	62.17	2.19
Cenário 2	50.53	2.11	49.23	2.29	44.40	2.06	47.00	1.32	44.10	1.83

(a)

	$\mu$	$\sigma$
Cenário 3	130.73	5.51
Cenário 4	154.50	5.32

(b)

Figura 5.1: Figuras sobre os resultados dos (a) cenários 1 e 2 e (b) cenários 3 e 4.

Os dois primeiros cenários permitem tirar conclusões acerca do impacto que uma possível alteração no padrão de chegadas pode ter no serviço.

No período considerado para análise, a TC dava resposta em média a  $65.17 \pm 2.16$  pacientes a uma segunda-feira,  $65.80 \pm 1.94$  a uma terça-feira,  $60.70 \pm$  a uma quarta-feira,  $61.87 \pm$  na quinta-feira e  $62.17 \pm 2.19$  na sexta-feira (fig. 5.1a).

Alterando o padrão de chegadas dos pacientes (cenário 2), constata-se que o número de utentes que realizaram este exame diminuiu em todos os dias da semana. Assim sendo, conclui-se que a alteração realizada nas chegadas não contribui para uma melhoria da eficiência do exame.

Analisando com mais cuidado esta questão, é possível perceber a razão para obter este resultado.

As alterações foram sempre feitas de forma a evitar demasiadas entradas no serviço à mesma hora. Nestas situações, os pacientes foram redistribuídos para intervalos de tempo que não tinham nenhuma chegada planeada. Isto levou a que, muitas vezes, a chegada de um paciente fosse atrasada. Tendo em conta que os pacientes têm no modelo de simulação um tempo de espera definido por uma distribuição estatística, a sua chegada atrasada leva a que o paciente seja atendido mais tarde, possivelmente depois das 20 horas, no turno da noite. Este tempo de espera contempla não só o tempo que o paciente esteve efetivamente à espera para entrar na sala do exame, mas também o possível tempo de preparação para o exame, como é o tempo para troca de roupa ou para a ingestão de contraste.

A chegada atempada dos pacientes permite realizar este tempo de espera e ter o paciente preparado mais cedo. Desta forma, assim que a sala estiver disponível, o paciente pode entrar.

Por outro lado, a duração dos exames tem uma variância, que depende não só do tipo de paciente, mas também do tipo de exame, do contraste, do protocolo usado, do médico, entre outros. Pacientes internados levam mais tempo a posicionar. Em exames com injeção de contraste endovenoso é necessário esperar que o contraste seja depositado no local de interesse. O protocolo de exame utilizado, que é definido pelo médico que o realiza, tem também impacto no tempo. A zona do corpo a estudar influencia bastante o tempo do exame, onde a zona da cabeça é geralmente mais rápida de analisar do que o corpo. Por estas razões, um paciente pode terminar o seu exame, por exemplo, em 10 minutos e a sala fica disponível para o próximo. No entanto, a chegada do próximo pode só estar planeada para mais tarde, levando a buracos na agenda.

Para combater este problema, geralmente tenta agendar-se os exames com base em estimativas das durações dos exames. Neste serviço é praticamente impossível usar esta técnica, uma vez que este exame dá resposta à urgência e a procura por este exame acontece no momento em que o paciente precisa de o realizar e também porque o tipo de exame só é conhecido em cima da hora.

Os cenários três e quatro (fig. 5.1b) mostram que a diminuição do tempo de exame permite atender mais pacientes. No cenário 3, em média  $130.73 \pm 5.51$  pessoas realizam o exame de TC e no quatro em média  $154.50 \pm 5.32$  utentes (fig. 5.1b). Estes números são elevados, chegando a ultrapassar o número de pacientes atendidos no cenário real. Isto deve-se à alteração das chegadas para poder perceber o impacto da diminuição do tempo do exame. Nestes últimos cenários não há pausas entre exames, o que na verdade não acontece. Muito tempo entre exames é perdido por razões de logística dos transportes, da preparação dos utentes para o exame, entre outros.



## CONCLUSÃO

Com este estudo conclui-se que faria sentido investir em metodologias para diminuição do tempo dos exames. Este tempo é constituído não apenas pelo exame em si, mas também pelo posicionamento do paciente, pela procura de mais profissionais para fazerem este posicionamento quando necessário, pela punção da veia para injeção de contraste em certos casos, entre outros.

Em relação à forma como esta solução deve ser implementada na prática são propostas algumas sugestões. O incentivo à colaboração de toda a equipa no sentido de coordenarem as suas tarefas é o primeiro passo. Esta ideia abrange práticas, como o posicionamento do doente, o seu transporte, a verificação de toda a documentação necessária ao exame, como é a requisição e as análises do doente, a decisão do protocolo a usar, entre outros.

É também indispensável aumentar a eficiência do serviço através de palestras e formação. Outra sugestão, é a pesquisa dos valores de referência que equipamentos semelhantes praticam a respeito da duração média dos seus exames. Transmitir esta informação à equipa de profissionais pode funcionar como o estabelecimento de um objetivo ou meta a cumprir, de forma a demorar tempos semelhantes nos exames deste serviço.

O problema na TC relacionado com o elevado fluxo de pacientes, que pode ser provado pela evidência dos dados, é também sentido pela equipa de profissionais, que durante o estudo foram partilhando os obstáculos que enfrentam no seu trabalho e, consequentemente, mostraram grande interesse por este estudo.

A ferramenta usada neste trabalho, a simulação discreta, prova que é possível simular e analisar o funcionamento de sistemas complexos, como é o fluxo de pacientes neste serviço de Radiologia. No total foram desenhados seis percursos de pacientes diferentes (três de neuro e três de corpo), processadas 450 amostras de durações de exames, 390 dados relativos a tempos de espera dos pacientes e incorporados turnos de três tipos diferentes de profissionais: técnicos, assistentes operacionais e equipas de transporte.

A criação desta "cópia digital" do serviço permite obter uma visão global do serviço e observá-lo de uma perspectiva diferente.

Conclui-se com este trabalho que a simulação pode ser aplicada à saúde. No entanto, estas ferramentas não transparecem totalmente a realidade, uma vez que é uma área que depende muito do carácter humano. Ao contrário da simulação aplicada à indústria, na saúde os tempos têm uma grande variância, o estado dos "objetos" altera com grande frequência e acima de tudo é difícil prever a procura por estes serviços.

Para trabalhos futuros seria interessante tornar o modelo mais realista. Por um lado, adicionar alguns aspetos relativos ao comportamento humano, como é adequação dos tempos de exame à afluência do serviço nesse momento. Por outro lado, faria sentido criar um sistema, onde se dá prioridade a certos pacientes e fazer uma análise ao impacto que diferentes formas de fazer essa gestão podem ter na qualidade do serviço.

É também indispensável estudar a influência que a gestão das equipas de transportes dos internados e dos pacientes da urgência podem ter no fluxo do exame de TC.

Em relação à construção do novo Hospital Lisboa Oriental, faria sentido aplicar a simulação para questões como o dimensionamento e estudo do fluxo dos doentes nas diversas unidades.

## BIBLIOGRAFIA

- Alanazi, A. A., N. Nicholson e S. Thomas (2017). *The use of simulation training to improve knowledge, skills, and confidence among healthcare students: a systematic review*. Internet Journal of Allied Health Sciences e Practice, Vol. 15, nº3, p. 2.
- Alvarado, M., M. Lawley e Y. Li (2016). *Healthcare simulation tutorial: methods, challenges, and opportunities*. Proceedings of the 2016 Winter Simulation Conference. IEEE Press, pp. 236–247.
- Baffoe, S. A, A. Baarah e L. Peyton (2013). *Inferring state for real-time monitoring of care processes*. Proceedings of the 5th International Workshop on Software Engineering in Health Care. IEEE Press, pp. 57–63.
- Banks, J., J. S. Carson, B. L. Nelson e D. M. Nicol (2010). *Discrete-Event System Simulation*. 5th Edition. Pearson.
- Barjis, J. (2011). *Healthcare simulation and its potential areas and future trends*. SCS M&S Magazine. Vol. 2, nº5, pp. 1–6.
- Barros, P. P. (2013). *Custos da Saúde: Alguns Princípios*. Revista Científica da Ordem dos Médicos. Vol. 26, nº 5, pp. 496–498.
- Beaverstock, M., A. Greenwood, E. Lavery e W. Nordgren (2011). *Applied Simulation - Modeling and Analysis using FlexSim*.
- Corder, G. W. e D. I. Foreman (2009). *Nonparametric statistics for non-statisticians*. Wiley.
- Enfermagem e as Leis (2017). *Via Verde PCR: CHLC com Via Verde para as vítimas de paragem cardiorrespiratória*. URL: <http://www.aenfermagemasleis.pt/tag/via-verde/>. Consultado a 24-Jan-2018.
- Fernandes, F. S. (2015). *Mais vida com mais saúde e menos custos*. URL: <https://www.jornaldenegocios.pt/negocios-iniciativas/saude-sustentavel/detalhe/mais-vida-com-mais-saude-e-menos-custos>. Consultado a 11-Jun-2018.
- FlexSim (2015). *FlexSim Healthcare - User Manual*.
- Grupo Português de Triagem (2015). *Sistema de Triagem de Manchester*. URL: [http://www.grupoportuguestriagem.pt/index.php?option=com\\_content&view=article&id=4&Itemid=110](http://www.grupoportuguestriagem.pt/index.php?option=com_content&view=article&id=4&Itemid=110). Consultado a 22-Jan-2018.
- Günal, M. M e M. Pidd (2010). *Discrete event simulation for performance modelling in health care: a review of the literature*. Journal of Simulation. Taylor & Francis. Vol. 4. nº4, pp. 42–51.

- Haghighinejad, H. A., E. Kharazmi, N. Hatam, S. Yousefi, S. A. Hesami, M. Danaei e M. Askarian (2016). *Using queuing theory and simulation modelling to reduce waiting times in an Iranian emergency department*. International journal of community based nursing e midwifery. Shiraz University of Medical Sciences. Vol. 4, nº 1.
- Hanne, T., T. Melo e S. Nickel (2009). *Bringing robustness to patient flow management through optimized patient transports in hospitals*. Interfaces. Informs. Vol. 39, nº 3, pp. 241–255.
- Ministério da Saúde (2017). *Relatório e Contas 2016*.
- (2018a). *Instituição*. URL: <http://www.chlc.min-saude.pt/instituicao/>. Consultado a 13-Jul-2018.
- (2018b). *Missão, Visão, Valores e Objectivos*. URL: <http://www.chlc.min-saude.pt/missao-visao-valores-e-objectivos/>. Consultado a 13-Jul-2018.
- NHS (2017a). *Good practice guide: Focus on improving patient flow*. URL: <https://improvement.nhs.uk/resources/good-practice-guide-focus-on-improving-patient-flow/>. Consultado a 11-Jun-2018.
- (2017b). *Who we are*. URL: <https://improvement.nhs.uk/about-us/who-we-are/>. Consultado a 11-Jun-2018.
- Nyman, M. A. (2007). *Patient Flow: Reducing Delay in Healthcare Delivery*. Mayo Clinic Proceedings. Elsevier. Vol. 82, nº 3, p. 388.
- Parmenter, D. (2007). *Key Performance Indicators: Developing, Implementing, and Using Winning KPIs*. Wiley.
- Pisco, L. e J Biscaia (2001). *Qualidade de cuidados de saúde primários*. Rev Port Saude Publica. Vol. 2, pp. 43–51.
- Saúde, S. G. do Secretário de Estado Adjunto e da (2018). *Despacho n.º 1380/2018 - Diário da República n.º 28/2018, Série II de 2018-02-08*, pp. 4511 –4511.
- Takagi, H., Y. Kanai e K. Misue (2017). *Queueing network model for obstetric patient flow in a hospital*. Health care management science. Springer. Vol. 20, nº3, pp. 433–451.
- Tavares, L. V., F. N. Correia, I. H. Themido e R. C. Oliveira (1997). *Investigação Operacional*. Mc Graw-Hill.
- Wikipedia, t. f. e. (2013). *Hospital de São José*. URL: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Hospital\\_de\\_S%C3%A3o\\_Jos%C3%A9](https://pt.wikipedia.org/wiki/Hospital_de_S%C3%A3o_Jos%C3%A9).
- Wilford, A. e T. J. Doyle (2006). *Integrating simulation training into the nursing curriculum*. British Journal of Nursing. MA Healthcare London. Vol. 15, nº17, pp. 926–930.

A P Ê N D I C E



## APÊNDICE 1

## A.1 Padrão de chegadas

	Ambulatório				
	seg	ter	qua	qui	sex
8h-9h	1	0	2	0	2
9h-10h	1	1	1	1	2
10h-11h	0	0	2	0	3
11h-12h	0	0	0	0	0
12h-13h	0	0	0	0	0
13h-14h	0	0	1	0	0
14h-15h	0	0	3	0	0
15h-16h	0	0	2	0	0
16h-17h	0	0	3	0	0
17h-18h	0	0	0	0	0
18h-19h	0	0	0	0	0
19-20h	0	0	0	0	0

(a)

	Internado				
	seg	ter	qua	qui	sex
8h-9h	0	0	0	0	0
9h-10h	2	2	1	2	1
10h-11h	2	1	0	1	1
11h-12h	1	1	1	2	0
12h-13h	1	1	1	1	1
13h-14h	1	1	0	0	1
14h-15h	0	0	0	0	1
15h-16h	1	0	0	0	2
16h-17h	1	2	2	2	1
17h-18h	2	3	0	1	2
18h-19h	1	1	1	2	2
19-20h	1	1	0	0	1

(b)

	Urgência				
	seg	ter	qua	qui	sex
8h-9h	1	1	1	0	0
9h-10h	1	1	1	2	0
10h-11h	2	2	2	3	1
11h-12h	4	2	2	1	2
12h-13h	2	3	2	4	2
13h-14h	2	3	1	2	2
14h-15h	2	3	2	3	1
15h-16h	2	3	2	3	2
16h-17h	5	1	2	4	3
17h-18h	3	1	2	2	2
18h-19h	1	3	2	2	3
19-20h	3	2	2	2	3

(c)

Figura A.1: Chegadas dos pacientes de neuro (a) ambulatórios, (b) internados e (c) urgentes.

	Ambulatório				
	seg	ter	qua	qui	sex
8h-9h	3	3	2	4	4
9h-10h	0	3	1	1	1
10h-11h	1	2	1	1	2
11h-12h	1	1	0	1	0
12h-13h	0	0	0	0	0
13h-14h	1	2	2	2	1
14h-15h	2	2	2	2	1
15h-16h	2	1	2	2	1
16h-17h	2	2	1	1	1
17h-18h	0	0	0	0	0
18h-19h	0	0	0	0	0
19-20h	0	0	0	0	0

(a)

	Internado				
	seg	ter	qua	qui	sex
8h-9h	1	1	0	0	1
9h-10h	1	2	1	1	1
10h-11h	1	1	1	2	0
11h-12h	0	1	1	1	1
12h-13h	0	0	0	0	0
13h-14h	0	0	0	0	0
14h-15h	0	0	0	0	0
15h-16h	1	0	0	0	1
16h-17h	1	1	0	0	1
17h-18h	0	0	1	2	0
18h-19h	1	0	0	1	0
19-20h	0	0	0	0	1

(b)

	Urgência				
	seg	ter	qua	qui	sex
8h-9h	0	0	0	0	0
9h-10h	0	0	1	1	0
10h-11h	1	1	0	0	0
11h-12h	0	1	1	1	0
12h-13h	0	1	1	1	1
13h-14h	1	1	1	1	0
14h-15h	1	1	0	2	2
15h-16h	1	0	1	0	2
16h-17h	1	1	1	2	1
17h-18h	1	1	0	1	1
18h-19h	2	1	1	0	0
19-20h	0	2	0	0	1

(c)

Figura A.2: Chegadas dos pacientes de corpo (a) ambulatorios, (b) internados e (c) urgentes.



## A.2 Duração dos exames e tempos de espera

Folha de registo (fig. A.3 a ??) resultante do estudo de observação dos exames de neuro e utilizada para o cálculo da duração dos exames e dos tempos de espera dos pacientes.

Folha de registo (fig. A.12 a A.21) equivalente para os exames de corpo.

13/04/2018	Via Verde		13:16	14:00	NÃO	14:10	NÃO	C	T
13/04/2018	Via Verde		16:05	15:51	SIM	16:19	NÃO	C+PÇ+AG	T
16/04/2018	Ambulatório	8:10	8:37	9:05	NÃO	9:11	NÃO	CC	M
16/04/2018	Internado	11:15	11:15	11:19	NÃO	11:30	NÃO	C+O	M
16/04/2018	Urgência		10:28	11:57	NÃO	12:07	NÃO	C+CC	M
16/04/2018	Urgência		10:59	12:10	SIM	12:27	NÃO	C+AG	M
16/04/2018	Internado	12:32	12:32	12:27	NÃO	12:37	NÃO	C	M
16/04/2018	Urgência		11:49	12:38	SIM	12:55	NÃO	C+AG	M
16/04/2018	Via Verde		12:14	13:07	SIM	13:29	NÃO	C+AG	M
16/04/2018	Internado	13:09	13:09	13:30	NÃO	13:38	NÃO	C	M
16/04/2018	Urgência		12:09	13:39	NÃO	13:47	NÃO	C	M
17/04/2018	Urgência		19:23	9:27	NÃO	9:35	NÃO	CL+CD	M
17/04/2018	Internado	10:30	9:15	9:41	NÃO	9:51	NÃO	C	M
17/04/2018	Internado	9:45	10:12	10:17	NÃO	10:25	NÃO	C	M
17/04/2018	Urgência		10:02	10:26	NÃO	10:36	NÃO	CL	M
17/04/2018	Internado	10:45	10:16	10:38	NÃO	10:49	NÃO	C	M
17/04/2018	Urgência		10:18	10:52	NÃO	11:05	NÃO	C	M
17/04/2018	Urgência		1:30	11:35	NÃO	11:42	NÃO	C	M
17/04/2018	Urgência		11:37	12:18	NÃO	12:23	NÃO	C	M
17/04/2018	Urgência		12:23	12:41	NÃO	12:47	NÃO	C	M
17/04/2018	Via Verde		13:48	13:41	NÃO	13:59	NÃO	C	M
17/04/2018	Via Verde		14:02	13:58	SIM	14:23	NÃO	C+AG	M
18/04/2018	Ambulatório	15:30	8:59	9:02	NÃO	9:08	NÃO	CL	M
18/04/2018	Urgência		8:05	9:10	NÃO	9:16	NÃO	C	M
18/04/2018	Internado	10:45	9:10	9:16	NÃO	9:34	NÃO	C	M
18/04/2018	Ambulatório	10:15	9:06	9:43	SIM	10:02	NÃO	OU	M
18/04/2018	Urgência		0:26	10:03	NÃO	10:08	NÃO	C	M
18/04/2018	Ambulatório	10:00	10:00	10:09	NÃO	10:16	NÃO	C	M

Figura A.3

18/04/2018	Urgência		9:02	10:33	NÃO	10:39	NÃO	C	M
18/04/2018	Ambulatório	10:30	10:26	10:39	SIM	10:51	NÃO	C	M
18/04/2018	Urgência		9:06	10:53	NÃO	11:00	NÃO	C	M
18/04/2018	Urgência		10:21	11:00	NÃO	11:05	NÃO	C	M
18/04/2018	Ambulatório	11:12	11:12	11:13	NÃO	11:21	NÃO	CL+CD	M
18/04/2018	Internado	11:12	11:12	11:21	SIM	11:36	NÃO	C	M
18/04/2018	Urgência		10:12	11:46	NÃO	11:53	NÃO	C	M
18/04/2018	Internado	12:00	12:00	11:58	SIM	12:15	NÃO	PÇ	M
18/04/2018	Urgência		11:17	12:16	NÃO	12:23	NÃO	C	M
18/04/2018	Urgência		11:51	12:23	NÃO	12:28	NÃO	C	M
18/04/2018	Urgência		11:17	12:29	NÃO	12:42	NÃO	MX-F+C	M
18/04/2018	Urgência		11:57	12:45	NÃO	12:53	NÃO	C	M
18/04/2018	Ambulatório	14:00	13:51	14:04	NÃO	14:15	NÃO	C+AG	T
18/04/2018	Urgência		12:51	14:17	NÃO	14:29	NÃO	CL	T
18/04/2018	Ambulatório	14:30	14:24	14:30	NÃO	14:38	NÃO	SP	T
18/04/2018	Urgência		11:38	14:40	NÃO	14:46	NÃO	C	T
18/04/2018	Urgência		12:23	14:47	NÃO	14:56	NÃO	C	T
18/04/2018	Internado	14:55	14:55	14:57	NÃO	15:04	NÃO	C	T
18/04/2018	Ambulatório	14:45	14:34	15:06	NÃO	15:11	NÃO	C	T
18/04/2018	Urgência		12:55	15:12	NÃO	15:18	NÃO	C	T
18/04/2018	Urgência		13:01	15:19	NÃO	15:28	NÃO	C	T
19/04/2018	Urgência		9:34	10:24	NÃO	10:30	NÃO	C	M
19/04/2018	Urgência		10:17	11:02	NÃO	11:08	NÃO	C	M
19/04/2018	Urgência		10:59	11:19	NÃO	11:23	NÃO	C	M
19/04/2018	Urgência		10:39	11:25	NÃO	11:33	NÃO	MX-F+C	M
19/04/2018	Internado	12:08	12:08	12:07	NÃO	12:19	NÃO	CC	M
19/04/2018	Urgência		11:17	12:20	NÃO	12:30	NÃO	MX-F+C	M
24/04/2018	Internado	10:00	8:52	9:05	NÃO	9:16	NÃO	C	M
24/04/2018	Internado	9:45	9:10	9:31	NÃO	9:40	NÃO	C	M

Figura A.4



## A.2. DURAÇÃO DOS EXAMES E TEMPOS DE ESPERA

24/04/2018	Urgência		9:29	10:11	NÃO	10:20	NÃO	C	M
24/04/2018	Ambulatório	10:45	10:08	10:22	NÃO	10:47	NÃO	SP	M
24/04/2018	Internado	10:30	10:41	10:48	NÃO	10:56	NÃO	SP	M
24/04/2018	Via Verde		11:00	10:58	SIM	11:21	NÃO	C	M
24/04/2018	Urgência		10:22	11:21	NÃO	11:28	NÃO	C	M
24/04/2018	Urgência		10:29	11:37	NÃO	11:43	NÃO	C	M
24/04/2018	Internado	10:15	11:54	11:54	NÃO	12:01	NÃO	C	M
24/04/2018	Urgência		11:48	12:02	NÃO	12:12	NÃO	C	M
24/04/2018	Internado	12:22	12:22	12:20	NÃO	12:31	NÃO	C	M
24/04/2018	Urgência		12:00	12:32	NÃO	12:36	NÃO	C	M
24/04/2018	Internado	12:39	12:39	12:37	NÃO	12:45	NÃO	C+MX-F	M
24/04/2018	Internado	12:46	12:46	12:45	SIM	13:04	NÃO	C+AG	M
24/04/2018	Urgência		12:32	13:05	NÃO	13:23	NÃO	CL	M
24/04/2018	Urgência		12:24	13:23	NÃO	13:31	NÃO	C	M
24/04/2018	Via Verde		13:32	13:44	SIM	14:04	NÃO	C	M
24/04/2018	Urgência		13:04	14:52	NÃO	14:57	NÃO	C	T
24/04/2018	Via Verde	15:00	15:00	14:58	SIM	15:15	NÃO	C	T
24/04/2018	Via Verde		15:17	15:15	SIM	15:29	NÃO	C	T
24/04/2018	Urgência		13:10	15:30	NÃO	15:36	NÃO	C	T
24/04/2018	Urgência		12:58	15:39	NÃO	15:48	NÃO	C	T
24/04/2018	Urgência		14:37	15:48	NÃO	15:53	NÃO	C	T
24/04/2018	Urgência		13:11	15:54	NÃO	15:58	NÃO	C	T
26/04/2018	Internado	9:30	9:30	9:30	NÃO	9:39	NÃO	C	M
26/04/2018	Urgência		9:29	10:07	NÃO	10:20	NÃO	C	M
26/04/2018	Internado	9:30	10:23	10:21	NÃO	10:36	NÃO	C	M
26/04/2018	Internado	10:15	10:43	10:54	NÃO	11:06	NÃO	CL	M
26/04/2018	Urgência		11:07	11:16	NÃO	11:20	NÃO	C	M
26/04/2018	Internado	10:45	11:28	11:33	NÃO	11:40	NÃO	C	M
26/04/2018	Internado	10:00	11:41	11:40	NÃO	11:50	NÃO	C	M

Figura A.5

26/04/2018	Urgência		12:05	12:25	NÃO	12:29	NÃO	C	M
26/04/2018	Urgência		12:13	12:32	NÃO	12:37	NÃO	C+CL+CD	M
26/04/2018	Urgência		12:24	12:39	NÃO	12:48	NÃO	CL+CD	M
26/04/2018	Urgência		12:31	12:50	NÃO	12:58	NÃO	C	M
26/04/2018	Urgência		13:06	13:17	SIM	13:29	NÃO	C+PP	M
26/04/2018	Urgência		12:53	13:29	NÃO	13:35	NÃO	C	M
26/04/2018	Urgência		12:42	13:36	NÃO	13:41	NÃO	C	M
26/04/2018	Via Verde		14:11	14:05	SIM	14:28	NÃO	C	T
26/04/2018	Via Verde		14:52	14:40	SIM	14:56	NÃO	C	T
26/04/2018	Urgência		14:06	14:57	NÃO	15:00	NÃO	NÃO FEZ	T
26/04/2018	Urgência		13:23	15:00	NÃO	15:08	NÃO	C	T
26/04/2018	Urgência		14:23	15:08	NÃO	15:14	NÃO	C	T
26/04/2018	Urgência		13:04	15:15	SIM	15:34	NÃO	C	T
26/04/2018	Urgência		14:06	15:35	NÃO	15:48	NÃO	C+SP	T
26/04/2018	Ambulatório	15:08	15:08	15:52	NÃO	16:03	NÃO	CL+CD	T
26/04/2018	Urgência		14:44	16:03	NÃO	16:08	NÃO	C	T
26/04/2018	Urgência		15:10	16:09	NÃO	16:19	NÃO	C	T
26/04/2018	Urgência		15:39	16:47	NÃO	16:54	NÃO	CL	T
26/04/2018	Urgência		15:36	16:54	NÃO	16:56	NÃO	C	T
26/04/2018	Urgência		15:41	16:57	NÃO	17:01	NÃO	C	T
26/04/2018	Urgência		14:50	17:01	NÃO	17:08	NÃO	C	T
26/04/2018	Internado	14:45	16:56	17:08	NÃO	17:17	NÃO	C	T
02/05/2018	Internado	14:32	14:32	14:29	NÃO	14:35	NÃO	C	T
02/05/2018	Urgência		14:01	14:47	NÃO	14:55	NÃO	CL	T
02/05/2018	Urgência		14:58	15:29	NÃO	15:36	NÃO	C	T
02/05/2018	Urgência		13:54	15:37	SIM	15:46	NÃO	C	T
02/05/2018	Urgência	15:37	15:37	15:50	NÃO	15:55	NÃO	C	T
02/05/2018	Via Verde		16:11	15:55	SIM	16:20	NÃO	C	T
02/05/2018	Urgência		14:30	16:24	SIM	16:35	NÃO	PÇ	T

Figura A.6

## APÊNDICE A. APÊNDICE 1

02/05/2018	Internado	16:58	16:58	16:52	NÃO	17:04	NÃO	C	T
02/05/2018	Urgência		14:59	17:35	NÃO	17:41	NÃO	C	T
02/05/2018	Internado	17:55	17:55	17:55	NÃO	18:07	NÃO	C	T
02/05/2018	Urgência		16:08	18:19	NÃO	18:24	NÃO	C	T
02/05/2018	Urgência		18:11	19:41	NÃO	19:48	NÃO	C	T
03/05/2018	Urgência		9:21	10:27	NÃO	10:42	NÃO	C	M
03/05/2018	Urgência		9:47	10:43	NÃO	10:50	NÃO	C	M
03/05/2018	Urgência		10:24	10:52	NÃO	10:58	NÃO	C	M
03/05/2018	Internado	8:00	11:22	11:18	NÃO	11:26	NÃO	C	M
03/05/2018	Internado	11:28	11:28	11:27	NÃO	11:35	NÃO	C	M
03/05/2018	Internado	11:51	11:51	11:46	NÃO	11:56	NÃO	C	M
03/05/2018	Internado	12:46	12:46	12:41	NÃO	12:50	NÃO	C	M
03/05/2018	Urgência		12:20	12:51	NÃO	12:55	NÃO	C	M
03/05/2018	Urgência		11:47	14:48	NÃO	14:54	NÃO	C	T
03/05/2018	Urgência		10:56	14:55	NÃO	15:01	NÃO	C	T
03/05/2018	Urgência		11:18	15:01	NÃO	15:06	NÃO	C	T
03/05/2018	Urgência		11:47	15:07	NÃO	15:12	NÃO	C	T
03/05/2018	Urgência		12:56	15:16	NÃO	15:22	NÃO	C	T
03/05/2018	Urgência		13:03	15:23	NÃO	15:31	NÃO	C	T
03/05/2018	Urgência		13:10	15:33	NÃO	15:42	NÃO	C+MX-F	T
03/05/2018	Urgência		13:37	15:45	NÃO	15:51	NÃO	C	T
03/05/2018	Urgência		14:21	15:51	NÃO	16:00	NÃO	C	T
03/05/2018	Urgência		14:19	16:12	NÃO	16:16	NÃO	C	T
03/05/2018	Urgência		14:22	16:17	NÃO	16:23	NÃO	C	T
03/05/2018	Urgência		15:13	16:45	NÃO	16:50	NÃO	C	T
03/05/2018	Urgência		15:52	16:50	NÃO	16:53	NÃO	C	T
03/05/2018	Urgência		15:50	16:54	NÃO	17:02	NÃO	C	T
03/05/2018	Urgência		14:25	17:02	NÃO	17:14	NÃO	CL+CD	T
03/05/2018	Urgência		16:24	17:15	NÃO	17:22	NÃO	CL+CD	T

Figura A.7

04/05/2018	Urgência		9:11	9:49	NÃO	9:55	NÃO	C	M
04/05/2018	Ambulatório	10:45	10:23	10:36	NÃO	10:42	NÃO	CD+CL+CC	M
04/05/2018	Urgência		9:41	10:43	NÃO	10:55	NÃO	C	M
04/05/2018	Internado	10:00	11:02	11:00	NÃO	11:07	NÃO	C	M
04/05/2018	Internado	10:15	11:27	11:26	NÃO	11:34	NÃO	C	M
04/05/2018	Ambulatório	11:15	11:39	11:57	NÃO	12:01	NÃO	C	M
04/05/2018	Internado	12:20	12:20	12:17	NÃO	12:27	NÃO	C	M
04/05/2018	Urgência		10:26	12:32	NÃO	12:38	NÃO	C	M
04/05/2018	Urgência		12:08	12:43	NÃO	12:47	NÃO	C	M
04/05/2018	Urgência		12:40	14:09	NÃO	14:14	NÃO	C	T
11/05/2018	Ambulatório	10:00	8:47	8:58	NÃO	9:09	NÃO	MX-F	M
11/05/2018	Ambulatório	8:47	8:47	9:23	SIM	9:29	NÃO	C+AG	M
11/05/2018	Internado	10:03	10:03	10:01	NÃO	10:13	NÃO	C	M
11/05/2018	Urgência		9:25	10:14	NÃO	10:20	NÃO	C	M
11/05/2018	Internado	11:00	9:45	10:21	NÃO	10:32	NÃO	C+CL	M
11/05/2018	Ambulatório	10:59	10:59	11:05	NÃO	11:09	NÃO	CL	M
11/05/2018	Internado	10:30	11:16	11:14	SIM	11:27	NÃO	C	M
11/05/2018	Internado	12:15	10:30	11:54	SIM	12:15	NÃO	C+PÇ	M
11/05/2018	Ambulatório	11:45	11:36	12:01	NÃO	12:05	NÃO	CC	M
11/05/2018	Internado	12:09	12:09	12:07	NÃO	12:14	NÃO	C	M
16/05/2018	Ambulatório	8:00	8:04	8:24	NÃO	8:34	NÃO	CL	M
16/05/2018	Ambulatório	8:15	8:17	8:36	NÃO	8:45	NÃO	CC	M
16/05/2018	Ambulatório	8:30	8:18	8:47	NÃO	8:57	NÃO	SP	M
16/05/2018	Via Verde		9:04	8:57	SIM	9:15	NÃO	C	M
16/05/2018	Urgência		8:58	9:26	SIM	9:40	NÃO	C	M
16/05/2018	Internado	11:00	9:26	9:42	SIM	10:02	NÃO	C	M
16/05/2018	Internado	10:45	9:40	10:02	NÃO	10:15	NÃO	C	M
16/05/2018	Ambulatório	8:51	8:51	10:16	NÃO	10:23	NÃO	CL	M
16/05/2018	Ambulatório	9:30	8:22	10:23	NÃO	10:29	NÃO	C	M

Figura A.8



## A.2. DURAÇÃO DOS EXAMES E TEMPOS DE ESPERA

16/05/2018	Ambulatório	10:30	9:03	10:32	NÃO	10:41	NÃO	CC+CL	M
16/05/2018	Ambulatório	9:00	9:37	10:41	NÃO	10:50	NÃO	CL	M
16/05/2018	Ambulatório	9:45	8:57	10:51	NÃO	11:00	NÃO	CL	M
16/05/2018	Urgência		8:09	11:01	NÃO	11:07	NÃO	C	M
16/05/2018	Urgência		9:07	11:07	NÃO	11:11	NÃO	C	M
16/05/2018	Internado	11:30	11:20	11:16	NÃO	11:24	NÃO	CL+CSC	M
16/05/2018	Ambulatório	10:00	10:21	11:25	NÃO	11:36	NÃO	CL	M
18/05/2018	Ambulatório	8:00	8:12	8:28	NÃO	8:40	NÃO	CL	M
18/05/2018	Via Verde			14:36	SIM	15:07	NÃO	C	T
18/05/2018	Via Verde			15:51	SIM	16:16	NÃO	C	T
23/05/2018	Internado	10:00	10:04	10:04	NÃO	10:18	NÃO	C	M
23/05/2018	Internado	10:35	10:35	10:32	NÃO	10:39	NÃO	C	M
23/05/2018	Internado	10:57	10:57	10:52	NÃO	11:02	NÃO	C	M
23/05/2018	Urgência		11:13	11:47	NÃO	11:55	NÃO	C	M
23/05/2018	Ambulatório	10:15	11:56	12:24	NÃO	12:33	NÃO	CL	M
23/05/2018	Ambulatório	14:15	13:55	14:16	NÃO	14:21	NÃO	OU	T
23/05/2018	Urgência		11:58	14:21	NÃO	14:31	NÃO	CL+CD	T
23/05/2018	Urgência		13:44	15:09	NÃO	15:18	NÃO	C	T
23/05/2018	Ambulatório	16:15	14:47	15:20	SIM	15:34	NÃO	C	T
23/05/2018	Ambulatório	14:10	14:33	15:34	SIM	15:46	NÃO	AG	T
23/05/2018	Urgência		12:26	15:47	NÃO	15:51	NÃO	C	T
23/05/2018	Ambulatório	15:15	15:02	15:55	NÃO	16:03	NÃO	CL+CSC	T
23/05/2018	Ambulatório	15:30	14:31	16:09	NÃO	16:19	NÃO	CC+CL	T
23/05/2018	Urgência		12:40	16:20	NÃO	16:29	NÃO	C	T
23/05/2018	Via Verde			16:29	SIM	16:46	NÃO	C	T
23/05/2018	Urgência		15:44	16:48	NÃO	16:55	NÃO	C	T
23/05/2018	Urgência		12:04	16:56	NÃO	17:01	NÃO	C	T
23/05/2018	Urgência		12:41	17:02	NÃO	17:07	NÃO	C	T
23/05/2018	Ambulatório	16:30	15:42	17:09	NÃO	17:14	NÃO	OU	T

Figura A.9

23/05/2018	Urgência		13:46	17:16	NÃO	17:24	NÃO	C	T
23/05/2018	Ambulatório	16:45	15:44	17:26	NÃO	17:35	NÃO	CL+CC	T
23/05/2018	Internado	17:30	17:30	17:35	NÃO	17:44	NÃO	C	T
23/05/2018	Urgência		16:50	17:45	NÃO	17:51	NÃO	C	T
06/06/2018	Ambulatório	8:45	8:51	9:18	NÃO	9:23	NÃO	OU	M
06/06/2018	Ambulatório	9:30	8:56	9:25	NÃO	9:29	NÃO	C	M
06/06/2018	Ambulatório	9:15	9:28	9:53	NÃO	9:58	NÃO	CL+CSC	M
06/06/2018	Via Verde			11:36	NÃO	11:47	NÃO	C	M
06/06/2018	Internado	14:25	14:25	14:36	NÃO	14:50	NÃO	C	T
06/06/2018	Ambulatório	15:05	15:05	15:20	SIM	15:40	NÃO	MX-F	T
06/06/2018	Ambulatório	15:17	15:17	16:01	NÃO	16:11	NÃO	CL	T
06/06/2018	Via Verde			16:14	SIM	16:39	NÃO	C	T
06/06/2018	Internado	14:30	15:57	16:42	NÃO	16:54	NÃO	CL	T
	Ambulatório	8:16	8:16	8:14	NÃO	8:19	NÃO	CC	M
	Internado	10:00	8:57	9:02	NÃO	9:15	NÃO	C	M
	Via Verde			11:51	SIM	12:34	NÃO	C	M
	Internado	13:57	13:57	14:01	NÃO	14:07	NÃO	C	T
	Via Verde			14:12	SIM	14:34	NÃO	C	T
	Ambulatório	14:15	13:31	14:34	NÃO	14:45	NÃO	SP+OU	T
	Ambulatório	14:30	14:09	14:45	NÃO	14:50	NÃO	C	T
	Ambulatório	14:45	13:35	14:52	NÃO	14:57	NÃO	SP	T
	Urgência		12:59	14:59	NÃO	15:10	NÃO	MX-F+C	T
	Ambulatório	15:15	14:27	15:21	NÃO	15:42	NÃO	C	T
	Internado	15:30	16:20	16:28	NÃO	16:37	NÃO	C	T
	Internado	16:15	17:06	17:18	NÃO	17:28	NÃO	C	T
11/07/2018	Ambulatório	8:00	8:01	8:14	NÃO	8:23	NÃO	SP	M
11/07/2018	Ambulatório	8:15	8:13	8:23	NÃO	8:33	NÃO	CL	M
11/07/2018	Ambulatório	9:15	8:26	9:30	NÃO	9:38	NÃO	SP+FAR	M
11/07/2018	Ambulatório	10:00	9:08	9:59	SIM	10:19	NÃO	C+AG	M

Figura A.10

11/07/2018	Ambulatório	9:45	9:39	11:17	NÃO	11:23	NÃO	SP	M
12/07/2018	Internado	14:00	15:05	15:11	NÃO	15:21	NÃO	CL	T
12/07/2018	Via Verde			17:38	NÃO	17:45	NÃO	C	T
18/07/2018	Ambulatório	14:15	13:33	14:16	NÃO	14:33	NÃO	CC+CL+CD	T
18/07/2018	Internado	10:30	14:33	14:30	NÃO	14:48	NÃO	C	T
18/07/2018	Ambulatório	14:45	14:44	15:13	NÃO	15:27	NÃO	CL	T
18/07/2018	Ambulatório	15:15	14:45	15:40	NÃO	15:56	NÃO	CC+CL+CD+CSC	T

Figura A.11

## APÊNDICE A. APÊNDICE 1

28/03/2018	Internado	8:00	11:33	11:35	SIM	11:42	NÃO	AS+P	M
28/03/2018	Ambulatório	11:00	11:11	11:41	SIM	11:53	NÃO	AS+P+T	M
03/04/2018	Ambulatório	9:45	9:04	9:45	SIM	9:55	NÃO	PÇ	M
03/04/2018	Urgência		10:29	10:47	NÃO	10:57	NÃO	T	M
03/04/2018	Ambulatório	10:15	10:13	11:05	SIM	11:18	SIM	AS+P+T	M
03/04/2018	Internado	11:07	11:07	11:19	SIM	11:38	NÃO	T	M
03/04/2018	Urgência		12:36	13:21	NÃO	13:31	NÃO	ART	M
03/04/2018	Internado	13:25	13:25	13:32	NÃO	13:40	NÃO	T	M
05/04/2018	Ambulatório	8:00	8:02	8:50	NÃO	8:57	NÃO	AU	M
05/04/2018	Ambulatório	9:30	8:02	9:09	NÃO	9:14	SIM	AS+P	M
05/04/2018	Ambulatório	9:45	8:03	9:37	SIM	9:49	SIM	AS+P+T	M
05/04/2018	Ambulatório	9:00	8:59	9:52	NÃO	9:58	SIM	AS+P	M
05/04/2018	Ambulatório	8:30	9:04	10:05	NÃO	10:13	SIM	AS+P+T	M
05/04/2018	Urgência		8:37	10:15	NÃO	10:23	NÃO	T	M
05/04/2018	Ambulatório	10:00	9:43	10:25	SIM	10:42	NÃO	AS+P+AU	M
05/04/2018	Ambulatório	11:00	9:36	10:43	SIM	10:56	SIM	AS+P+T	M
05/04/2018	Ambulatório	10:30	10:02	11:11	SIM	11:23	SIM	AS+P+T	M
05/04/2018	Internado	11:45	10:22	11:24	NÃO	11:34	SIM	AS+P	M
05/04/2018	Urgência		9:49	13:18	SIM	13:27	NÃO	AS+P	M
05/04/2018	Ambulatório	15:30	14:28	14:52	NÃO	14:58	NÃO	ART	T
05/04/2018	Ambulatório	15:15	14:26	15:00	NÃO	15:05	NÃO	AS+P+T+ART	T
05/04/2018	Ambulatório	14:00	13:04	15:13	SIM	15:23	NÃO (H20)	AS+P+T	T

Figura A.12

05/04/2018	Ambulatório	14:45	14:06	15:24	SIM	15:43	NÃO (H20)	AS	T
05/04/2018	Urgência		13:26	15:45	NÃO	15:54	NÃO	AU	T
05/04/2018	Urgência		11:40	15:54	SIM	16:08	NÃO	AS+T+AG	T
05/04/2018	Internado	13:19	13:19	16:09	NÃO	16:19	NÃO	T	T
05/04/2018	Urgência		14:21	17:01	SIM	17:20	NÃO	AS+T	T
05/04/2018	Internado	19:00	17:12	17:26	SIM	17:43	NÃO	AS+P+T	T
05/04/2018	Ambulatório	15:45	16:58	17:44	SIM	17:56	SIM	AS+P+T	T
05/04/2018	Urgência		13:39	17:57	NÃO	18:01	NÃO	T	T
05/04/2018	Urgência		14:42	18:02	NÃO	18:12	NÃO	AU	T
05/04/2018	Internado	17:00	17:12	18:12	SIM	18:26	SIM	AS+P+T	T
05/04/2018	Internado	17:45	17:48	18:26	NÃO	18:33	NÃO	AS+P	T
05/04/2018	Internado	18:00	18:00	18:33	NÃO	18:42	NÃO	PÇ	T
05/04/2018	Internado	18:35	18:35	18:44	SIM	19:00	NÃO	AS+P	T
05/04/2018	Urgência		18:31	19:02	SIM	19:15	SIM	T+AG	T
10/04/2018	Urgência		2:47	9:12	NÃO	9:23	NÃO	T	M
10/04/2018	Urgência		6:46	9:24	SIM	9:34	NÃO	AS+P	M
10/04/2018	Ambulatório	10:45	9:02	9:36	SIM	9:50	NÃO	PÇ	M
10/04/2018	Internado	13:00	8:49	9:51	SIM	10:18	SIM	AS+P+T	M
10/04/2018	Ambulatório	8:15	8:18	10:20	SIM	10:36	SIM	AS+P+T+PÇ	M
10/04/2018	Internado	9:04	9:04	10:38	SIM	10:57	SIM	AS+P	M
10/04/2018	Ambulatório	9:30	9:20	11:01	SIM	11:18	NÃO	PÇ	M
10/04/2018	Ambulatório	9:15	9:28	11:21	SIM	11:32	NÃO	PÇ	M
10/04/2018	Ambulatório	10:00	9:21	11:34	SIM	11:48	NÃO	MX-F	M

Figura A.13



## A.2. DURAÇÃO DOS EXAMES E TEMPOS DE ESPERA

10/04/2018	Ambulatório	10:15	9:35	11:50	NÃO	11:59	NÃO	AS	M
10/04/2018	Ambulatório	12:00	11:38	12:39	SIM	12:52	NÃO	T+AG	M
10/04/2018	Ambulatório	12:12	12:12	13:07	SIM	13:25	NÃO	AG	M
10/04/2018	Ambulatório	10:32	10:32	13:34	SIM	13:52	NÃO	AG	M
11/04/2018	Ambulatório	8:45	8:09	9:13	SIM	9:30	NÃO	AS+P+T	M
11/04/2018	Ambulatório	8:00	8:00	9:31	NÃO	9:37	NÃO	AU	M
11/04/2018	Ambulatório	9:15	8:05	9:49	NÃO	9:57	NÃO	AS+P+T	M
11/04/2018	Internado	13:00	9:00	9:57	SIM	10:14	SIM	AS+P+T	M
11/04/2018	Ambulatório	10:00	9:00	10:20	SIM	10:37	NÃO	AU	M
11/04/2018	Ambulatório	10:45	10:03	10:39	NÃO	10:46	NÃO	T	M
11/04/2018	Ambulatório	10:30	9:35	10:47	NÃO	10:56	NÃO	AS+P	M
11/04/2018	Ambulatório	12:00	8:59	10:58	SIM	11:12	SIM	AS+P+T	M
11/04/2018	Ambulatório	11:15	10:25	11:17	SIM	11:29	SIM	AS+P+T	M
11/04/2018	Internado	12:30	10:29	11:29	SIM	11:47	SIM	AS+P	M
11/04/2018	Urgência		11:28	11:53	NÃO	12:13	NÃO	AS+P+T	M
11/04/2018	Ambulatório	18:00	13:41	14:26	NÃO	14:33	NÃO	T (MAMA)	T
11/04/2018	Ambulatório	16:00	13:04	14:34	NÃO	14:46	SIM	AS+P+T	T
11/04/2018	Ambulatório	14:00	13:36	14:50	SIM	15:04	SIM	AS+P+T	T
11/04/2018	Ambulatório	15:15	13:39	15:06	SIM	15:23	NÃO	AS+P+T	T
11/04/2018	Ambulatório	14:45	14:26	15:31	SIM	15:42	NÃO	AG	T
11/04/2018	Urgência		13:12	15:43	SIM	15:58	NÃO	AS+P	T
11/04/2018	Urgência		14:02	16:02	NÃO	16:09	NÃO	T	T
11/04/2018	Ambulatório	16:15	14:27	16:18	SIM	16:28	NÃO	AS	T

Figura A.14

11/04/2018	Ambulatório	18:30	14:57	16:33	SIM	16:47	NÃO	AU+AG	T
11/04/2018	Ambulatório	17:00	15:49	16:52	SIM	17:09	NÃO	AS+P+T	T
11/04/2018	Ambulatório	17:45	16:56	17:10	NÃO	17:16	NÃO	T	T
11/04/2018	Internado	17:19	17:19	17:16	SIM	17:34	NÃO	PÇ	T
11/04/2018	Urgência		15:07	17:35	NÃO	17:43	NÃO	AU	T
11/04/2018	Urgência		15:47	17:45	NÃO	17:56	NÃO	AS+P	T
11/04/2018	Internado	17:54	17:54	17:58	NÃO	18:11	NÃO	T	T
11/04/2018	Internado	18:29	18:29	18:30	*	19:06	*	P+OUTROS	T
11/04/2018	Urgência		18:38	19:14	SIM	19:25	NÃO	T+AG	T
13/04/2018	Ambulatório	8:30	8:24	9:12	NÃO	9:28	NÃO	ATM	M
13/04/2018	Ambulatório	9:45	8:57	9:32	NÃO	9:43	NÃO	T	M
13/04/2018	Ambulatório	9:15	8:51	9:56	NÃO	10:05	NÃO	MX-F	M
13/04/2018	Ambulatório	9:00	9:14	10:06	SIM	10:20	NÃO	T+PÇ	M
13/04/2018	Internado	12:30	8:53	10:30	SIM	10:57	NÃO (H20)	AS+P	M
13/04/2018	Internado	13:15	8:41	10:59	SIM	11:22	SIM	AS+P+T+PÇ	M
13/04/2018	Ambulatório	11:15	9:25	11:23	NÃO	11:31	SIM	AS+P+T	M
13/04/2018	Internado	o do tipo d	9:45	11:32	NÃO	11:37	SIM	AS+P	M
13/04/2018	Ambulatório	10:00	10:09	11:38	SIM	11:45	NÃO	PÇ	M
13/04/2018	Ambulatório	10:30	10:03	11:47	SIM	11:55	NÃO	PÇ	M
13/04/2018	Ambulatório	10:15	9:58	11:56	SIM	12:04	NÃO	PÇ	M
13/04/2018	Internado	11:45	12:25	12:23	SIM	12:53	NÃO	AS+P+T	M
13/04/2018	Ambulatório	16:00	14:48	15:03	SIM	15:28	NÃO	T	T
13/04/2018	Internado	15:00	15:23	15:30	NÃO	15:38	NÃO	T	T

Figura A.15

## APÊNDICE A. APÊNDICE 1

13/04/2018	Urgência		13:32	15:47		16:11	NÃO	AS	T
13/04/2018	Urgência		14:37	16:12	SIM	16:24	NÃO	T	T
13/04/2018	Urgência		14:40	16:24	SIM	16:46	NÃO	AS+P+AG	T
13/04/2018	Internado	16:15	16:38	16:54	SIM	17:11	NÃO	AS	T
13/04/2018	Urgência		15:58	17:40	NÃO	17:47	NÃO	ART	T
13/04/2018	Internado	14:15	16:29	18:00	SIM	18:27	SIM	AS+P+T	T
13/04/2018	Urgência		17:53	18:39	NÃO	19:05	NÃO	AS+P	T
16/04/2018	Internado	12:45	9:24	9:29	NÃO	9:42	NÃO	T	M
16/04/2018	Internado	11:45	8:30	9:45	SIM	9:59	SIM	AS+P+T	M
16/04/2018	Ambulatório	10:45	8:02	10:10	SIM	10:24	SIM	P	M
16/04/2018	Internado	12:30	10:02	10:25	NÃO	10:35	NÃO	T	M
16/04/2018	Ambulatório	8:45	8:04	10:37	SIM	10:58	SIM	AS+P+T	M
16/04/2018	Ambulatório	10:00	9:07	11:22	SIM	11:40	SIM	AS+P+T	M
16/04/2018	Urgência		10:30	11:50	NÃO	11:59	NÃO	AU	M
16/04/2018	Ambulatório	9:15	9:05	12:18	SIM	12:33	SIM	AS+P+T	M
16/04/2018	Ambulatório	11:00	11:01	12:33	SIM	12:51	SIM	AS+P+T	M
16/04/2018	Ambulatório	15:00	13:17	14:48	NÃO	14:55	NÃO	AU	T
16/04/2018	Ambulatório	14:30	13:22	14:56	NÃO	15:08	NÃO	AS+P+T	T
16/04/2018	Urgência		13:11	15:09	NÃO	15:28	NÃO	T	T
16/04/2018	Internado	15:37	15:37	15:29	SIM	15:59	NÃO	AS+P+C	T
16/04/2018	Ambulatório	18:00	14:10	16:02	SIM	16:23	NÃO	AS+P+T+AG	T
16/04/2018	Ambulatório	15:45	14:47	16:25	SIM	16:44	NÃO	AS+P	T
16/04/2018	Ambulatório	16:45	14:47	16:45	NÃO	16:54	SIM	AS	T

Figura A.16

16/04/2018	Internado	18:45	15:53	16:55	NÃO	17:02	SIM	AS+P	T
16/04/2018	Ambulatório	17:30	15:26	17:03	SIM	17:12	NÃO	AS+P	T
16/04/2018	Urgência		16:46	17:13	NÃO	17:26	NÃO	T	T
16/04/2018	Ambulatório	17:00	15:39	17:26	NÃO	17:32	NÃO	AS+P	T
16/04/2018	Ambulatório	16:00	16:15	17:33	NÃO	17:58	NÃO	AS+P+T	T
16/04/2018	Internado	18:19	18:19	18:18	SIM	18:48	NÃO	AS+P	T
16/04/2018	Urgência		15:27	18:48	SIM	19:11	NÃO	AS+P	T
16/04/2018	Urgência		17:04	19:12	NÃO	19:28	NÃO	AS+P+T	T
16/04/2018	Urgência		16:09	19:29	NÃO	19:36	NÃO	AS+P	T
16/04/2018	Urgência		16:56	19:40	NÃO	19:47	NÃO	ART	T
17/04/2018	Internado	13:15	9:50	9:57	SIM	10:08	NÃO	AS	M
17/04/2018	Internado	12:30	9:36	10:09	SIM	10:24	NÃO	AS+P+T	M
17/04/2018	Ambulatório	11:15	9:18	10:28	SIM	10:44	SIM	AS+P+T+PÇ	M
17/04/2018	Ambulatório	10:00	9:56	10:46	NÃO	10:50	NÃO	MX-F	M
17/04/2018	Ambulatório	9:05	9:13	12:01	SIM	12:10	NÃO	AS+T+AG	M
17/04/2018	Urgência		11:50	12:26	NÃO	12:36	NÃO	AS+P	M
19/04/2018	Internado	9:32	9:32	9:25	SIM	9:54	NÃO	AS+P	M
24/04/2018	Ambulatório	8:30	8:05	8:54	NÃO	8:59	NÃO	T	M
24/04/2018	Urgência		7:55	9:25	NÃO	9:37	NÃO	ART	M
24/04/2018	Internado	11:45	10:05	10:24	NÃO	10:31	NÃO	T	M
24/04/2018	Internado	10:15	9:31	10:32	NÃO	10:41	NÃO	T	M
24/04/2018	Urgência		10:25	10:51	NÃO	11:02	NÃO	AU	M
24/04/2018	Ambulatório	16:45	13:02	14:32	NÃO	14:44	NÃO	P	T

Figura A.17

## A.2. DURAÇÃO DOS EXAMES E TEMPOS DE ESPERA

24/04/2018	Urgência		13:01	14:44	NÃO	14:59	NÃO	T	T
24/04/2018	Ambulatório	14:30	13:07	15:00	SIM	15:20	NÃO	AS+P+T	T
24/04/2018	Ambulatório	15:15	14:10	15:21	SIM	15:35	SIM	AS+P+T	T
24/04/2018	Ambulatório	14:00	13:18	15:38	SIM	15:59	NÃO	AU	T
26/04/2018	Internado	8:45	9:44	9:57	NÃO	10:07	NÃO	T	M
26/04/2018	Ambulatório	15:30	13:58	14:46	NÃO	14:53	NÃO	AS+P	T
26/04/2018	Urgência		14:22	15:20	SIM	15:41	NÃO	T+AG	T
26/04/2018	Ambulatório	16:45	15:32	15:49	SIM	16:03	NÃO	AS+P	T
26/04/2018	Ambulatório	17:00	14:55	16:09	SIM	16:23	NÃO	AS+P+T	T
26/04/2018	Ambulatório	16:00	15:22	16:27	SIM	16:53	NÃO	AU	T
26/04/2018	Urgência		16:22	17:02	SIM	17:20	NÃO	AS+P	T
02/05/2018	Ambulatório	14:00	13:09	15:09	SIM	15:23	NÃO	AS+P	T
02/05/2018	Urgência		11:27	15:19	NÃO	15:27	NÃO	T	T
02/05/2018	Ambulatório	15:00	14:40	15:28	NÃO	15:33	NÃO	T	T
02/05/2018	Ambulatório	15:15	14:18	15:35	NÃO	15:41	NÃO	AS+P	T
02/05/2018	Ambulatório	15:45	14:45	15:47	SIM	16:02	NÃO	AS+P	T
02/05/2018	Ambulatório	16:00	14:04	16:04	NÃO	16:10	NÃO	AS+P	T
02/05/2018	Ambulatório	16:30	15:56	16:12	SIM	16:22	NÃO	AU	T
02/05/2018	Urgência		15:58	16:45	NÃO	16:51	NÃO	AS	T
02/05/2018	Ambulatório	18:00	16:10	16:52	SIM	17:09	NÃO	AS+T+P	T
02/05/2018	Ambulatório	14:30	14:33	17:53	SIM	18:18	NÃO	AG	T
02/05/2018	Ambulatório	18:45	16:55	18:26	NÃO	18:31	NÃO	T	T
02/05/2018	Ambulatório	17:45	17:29	18:26	NÃO	18:32	NÃO	T	T

Figura A.18

02/05/2018	Urgência		13:07	18:34	NÃO	18:43	NÃO	ART	T
02/05/2018	Urgência		17:17	19:43	SIM	19:55	NÃO	PÇ	T
03/05/2018	Ambulatório	11:00	8:25	9:14	SIM	9:29	NÃO	AS+T+P	M
03/05/2018	Ambulatório	8:03	8:30	9:30	SIM	9:44	SIM	AS+T+P	M
03/05/2018	Internado	10:31	10:31	10:25	NÃO	10:32	NÃO	B	M
03/05/2018	Urgência		9:58	10:32	NÃO	10:55	NÃO	AS+T+P+C+CL	M
03/05/2018	Internado	8:15	11:00	10:58	NÃO	11:03	NÃO	C	M
03/05/2018	Ambulatório	13:20	10:36	11:41	SIM	12:05	NÃO	AS+P+AU+AG	M
03/05/2018	Ambulatório	11:34	10:15	12:12	SIM	12:26	SIM	AS+T+P	M
03/05/2018	Urgência		10:35	12:29	NÃO	12:37	NÃO	T	M
03/05/2018	Urgência		12:01	12:38	NÃO	12:47	NÃO	T	M
03/05/2018	Internado	11:35	12:15	12:52	SIM	13:17	SIM	AS+P	M
03/05/2018	Ambulatório	13:00	11:16	14:35	NÃO	14:41	SIM	AS+P	T
03/05/2018	Internado	14:01	14:01	14:45	SIM	14:55	SIM	AS+P	T
03/05/2018	Ambulatório	14:00	13:07	14:57	NÃO	15:03	NÃO	B+ART	T
03/05/2018	Ambulatório	14:30	14:10	15:05	NÃO	15:10	NÃO	ART	T
03/05/2018	Ambulatório	14:45	13:04	15:27	SIM	15:50	SIM	P+AS+T	T
03/05/2018	Ambulatório	16:00	14:36	15:54	NÃO	15:59	NÃO	ART	T
03/05/2018	Ambulatório	16:15	14:51	16:00	NÃO	16:06	NÃO	T	T
03/05/2018	Ambulatório	15:45	15:55	16:06	NÃO	16:11	NÃO	P	T
03/05/2018	Ambulatório	16:30	14:59	16:13	SIM	16:24	NÃO	AS+P	T
03/05/2018	Ambulatório	17:00	14:46	16:24	NÃO	16:39	NÃO	T+PÇ+ART	T
03/05/2018	Internado	17:45	15:20	16:41	SIM	16:58	NÃO	P+T+ART	T

Figura A.19



03/05/2018	Ambulatório	16:39	16:39	17:04	NÃO	17:10	SIM	AS+P	T
03/05/2018	Urgência		15:37	17:12	NÃO	17:18	NÃO	T	T
04/05/2018	Internado	11:10	11:10	11:51	NÃO	12:16	NÃO	AS+P+T	M
11/05/2018	Internado	10:15	9:42	10:33	NÃO	10:41	NÃO	C	M
11/05/2018	Internado	13:00	9:34	10:45	SIM	10:55	SIM	AS+T+P	M
16/05/2018	Ambulatório	12:00	11:09	11:49	SIM	12:01	NÃO	AS+T+P	M
16/05/2018	Internado	13:15	11:37	12:01	NÃO	12:15	NÃO	T	M
16/05/2018	Internado	12:45	12:05	12:15	NÃO	12:27	NÃO	T	M
17/05/2018	Urgência		8:53	11:09	SIM	11:22	NÃO	AS+P	M
17/05/2018	Urgência		9:29	12:13	NÃO	12:18	NÃO	AS+P	M
23/05/2018	Internado	10:09	10:09	10:24	NÃO	10:33	NÃO	AS+P	M
23/05/2018	Internado	11:40	11:40	11:49	NÃO	11:55	NÃO	AS+P	M
23/05/2018	Internado	12:01	12:01	11:56	NÃO	12:12	NÃO	T+PÇ	M
23/05/2018	Ambulatório	12:36	12:36	12:35	NÃO	12:44	NÃO	B	M
29/05/2018	Urgência		8:56	10:01	SIM	10:12	NÃO	AS	M
29/05/2018	Ambulatório	10:30	8:12	10:15	SIM	10:22	NÃO	MX-F	M
29/05/2018	Ambulatório	10:00	9:56	10:22	SIM	10:28	NÃO	MX-F	M
29/05/2018	Ambulatório	9:30	9:32	10:29	NÃO	10:41	NÃO	SP	M
29/05/2018	Ambulatório	10:45	9:42	10:42	NÃO	10:50	NÃO	ATM	M
29/05/2018	Urgência		10:54	11:45	NÃO	11:52	NÃO	ART	M
06/06/2018	Urgência		8:26	9:32	NÃO	9:45	SIM	PÇ	M
06/06/2018	Internado	14:46	14:46	14:55	NÃO	15:30	SIM	AS+P+C	M
	Urgência		8:33	9:00	NÃO	9:10	NÃO	AS+P	M

Figura A.20

	Urgência		10:59	11:28	NÃO	11:33	NÃO	T	M
	Internado	14:45	16:10	16:21	SIM	16:32	NÃO	AS+P+AG	T
	Internado	15:15	16:30	16:32	NÃO	16:42	NÃO	T	T
11/07/2018	Urgência		10:03	11:30	SIM	11:47	NÃO	T	M
12/07/2018	Internado	18:00	15:18	15:46	SIM	16:18	SIM	T+AS+P	T
12/07/2018	Internado	15:53	15:53	16:19	SIM	16:39	SIM	AS+P	T
12/07/2018	Internado	14:30	16:14	17:20	NÃO	17:28	NÃO	T	T
12/07/2018	Internado	17:41	17:41	17:40	NÃO	17:58	NÃO	T	T
12/07/2018	Internado	18:30	17:15	18:00	SIM	18:22	NÃO	AG	T
18/07/2018	Urgência		9:23	12:19	SIM	12:33	NÃO	AS+P	M
18/07/2018	Internado	12:45	16:03	16:07	SIM	16:21	NÃO	AG	T

Figura A.21